សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទនីតិសាស្ត្រ
និង វិទ្យាសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ច

សារណាបញ្ចប់ការសិក្សា

ការជ្រើសរើសម៉ូដែលក្នុងការព្យាករណ៍នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM

ស្រាវជ្រាវចាប់ពីថ្ងៃទី២៣ ខែមីនា ឆ្នាំ២០២២ ដល់ថ្ងៃទី២៣ ខែឧសភា ឆ្នាំ២០២២

តាក់តែងឡើង ដោយ

និស្សិតឈ្មោះ **ភា ស៊ូលីន**

លីម រ៉ូប៊ីត

សាស្ត្រាចារ្យណែនាំ

លោក **ព្រុំ សុគុណា**

ថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រ គ្រប់គ្រងធុរៈកិច្ច

ជំនាន់ទី ៦

ឆ្នាំចូលសិក្សា ២០១៨

ឆ្នាំសរសេរសារណា ២០២២

សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទនីតិសាស្ត្រ
និងវិទ្យាសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ច

សារណាបញ្ចប់ការសិក្សា

ការជ្រើសរើសម៉ូដែលក្នុងការព្យាករណ៍នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM

ស្រាវជ្រាវចាប់ពីថ្ងៃទី២៣ ខែមីនា ឆ្នាំ២០២២ ដល់ថ្ងៃទី២៣ ខែឧសភា ឆ្នាំ២០២២

តាក់តែងឡើង ដោយ
និស្សិតឈ្មោះ **ភា ស៊ូលីន**
លីម រ៉ូប៊ីត

សាស្ត្រាចារ្យណែនាំ
លោក **ព្រុំ សុគុណា**

ថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រ គ្រប់គ្រងធុរៈកិច្ច
ជំនាន់ទី ៦

ឆ្នាំចូលសិក្សា ២០១៨
ឆ្នាំសរសេរសារណា ២០២២

សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ

ខ្ញុំបាទឈ្មោះ **លីម វិចិត** និងនាងខ្ញុំឈ្មោះ **ភា ស៊ូលីន** ជានិស្សិតថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រ ផ្នែកគ្រប់គ្រងធុរកិច្ច នៃក្រុម M4C2 ជំនាន់ទី៦ នៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទនីតិសាស្ត្រ និងវិទ្យាសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ច ក្នុងឆ្នាំសិក្សា ២០២១-២០២២ បានធ្វើការសិក្សាស្រាវជ្រាវ និងសរសេរសារណាបញ្ចប់ការសិក្សាក្រោមប្រធានបទ "ការជ្រើសរើសម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍លើចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន International Business Machines (IBM)"។

ជាបឋម ពួកយើងទាំងពីររូបសូមគោរព និងសម្តែងនូវកតញ្ញូតាធម៌យ៉ាងជ្រាលជ្រៅជូនចំពោះអ្នកមានគុណទាំងពីរគឺ **លោកឪពុក** និង**អ្នកម្តាយ** ជាទីគោរពស្រលាញ់នៃកូន ដែលមានឧបការគុណយ៉ាងខ្ពង់ខ្ពស់បំផុតដែលលោកទាំងពីរបានផ្តល់នូវកំណើត ព្រមទាំងទទួលខុសត្រូវប្រកបដោយ ព្រហ្មវិហារធម៌ក្នុងការចិញ្ចឹមបីបាច់ថែរក្សាកូនតាំងពីតូច រហូតដល់ធំដឹងក្តីដោយមិនគិតពីការនឿយហត់ និងបានផ្តល់ភាពកក់ក្តៅ អប់រំទូន្មាន ប្រៀនប្រដៅកូនរហូតមក ដែលនេះជាការលះបង់មិនអាចកាត់ថ្លៃបាន ដើម្បីឱ្យកូនអាចទទួលបានការសិក្សាអប់រំរហូតដល់ថ្នាក់ឧត្តមសិក្សាថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រគ្រប់គ្រងធុរកិច្ចនេះ។

ជាបន្ទាប់ យើងខ្ញុំក៏សូមសម្តែងនូវក្តីអំណរអរគុណ យ៉ាងក្រៃលែងចំពោះ **ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសាកលវិទ្យាធិការ សាកលវិទ្យាធិការរង ព្រឹទ្ធបុរស ព្រឹទ្ធបុរសរង លោក លោកស្រី សាស្ត្រាចារ្យ និងបុគ្គលិកទាំងអស់** នៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទនីតិសាស្ត្រ និងវិទ្យាសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ច ដែលបានគ្រប់គ្រងឱ្យដំណើរការប្រព័ន្ធអប់រំនៅទីនេះមានភាពប្រសើរឡើងពីមួយជំនាន់ទៅមួយជំនាន់ និងបានយកចិត្តទុកដាក់ក្នុងការបណ្តុះបណ្តាលនូវធនធានមនុស្សសម្រាប់ប្រទេសកម្ពុជាអោយមានចំណេះដឹង បទពិសោធន៍ ប្រកបដោយសីលធម៌ ដើម្បីក្លាយជាសរសរទ្រូងស្របតាមកាលានុវត្តភាព នៃការអភិវឌ្ឍន៍របស់ប្រទេសជាតិ។

ជាពិសេស យើងខ្ញុំទាំងពីររូបសូមធ្វើការថ្លែងអំណរអរគុណ លោកសាស្ត្រាចារ្យ **ព្រុំ សុគុណា** ដែលបានផ្តល់ពេលវេលាដ៏មានតម្លៃ ដើម្បីធ្វើការដឹកនាំកែលម្អ ចង្អុលបង្ហាញតម្រង់ទិស បង្ហាញនូវគន្លឹះ និងផ្តល់នូវយោបល់ល្អៗ ទាក់ទងនឹងប្រធានបទសារណារបស់ពួកយើង ដោយមិនខ្លាចនឿយហត់ចាប់តាំងពីពេលចាប់ផ្តើម រហូតដល់សារណាមួយនេះបានបញ្ចប់ដោយជោគជ័យ។

ជាចុងបញ្ចប់ យើងខ្ញុំទាំងពីររូបមានកិត្តិយស សូមសេចក្តីអនុញ្ញាត គោរពជូនពរដល់ អ្នកមានគុណទាំងអស់ សូមមេត្តាទទួលយកដោយក្តីអនុគ្រោះបំផុត នូវភក្តីភាព សេចក្តីគោរពស្រឡាញ់ ក្នុងភាពសុចរិតដែលប្រកបដោយគុណតម្លៃដ៏ឧត្តុងឧត្តម នៃសេចក្តីថ្លៃថ្នូរ ភាពចុំច្រើន កិត្តិគុណដ៏ខ្ពស់ខ្ពស់ ព្រមទាំងកតញ្ញូតាធម៌។

យើងខ្ញុំទាំងពីររូប សូមគោរពប្រសិទ្ធពរជ័យ សិរីសួស្តី ជ័យមង្គលកើតមានដល់ លោកអ្នកមានគុណទាំងអស់ សូមឲ្យលោកជួបប្រទះនូវពុទ្ធពរទាំងឡាយ បួនប្រការគឺ **អាយុ វណ្ណៈ សុខៈ ពលៈ** កុំបីឃ្លៀងឃ្លាតឡើយ។

អារម្ភកថា

តាមរយៈការសិក្សាថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រគ្រប់គ្រងធុរៈកិច្ចរយៈពេល៤ឆ្នាំ យើងខ្ញុំទទួលបានចំណេះដឹងជាច្រើនទាក់ទងនឹងការគ្រប់គ្រងធុរៈកិច្ច ឬការធ្វើពាណិជ្ជកម្មផ្សេងៗ។ ទន្ទឹមនឹងនេះ ការលក់របស់អាជីវកម្មមួយគឺពិតជាមានសារៈសំខាន់យ៉ាងខ្លាំង ព្រោះវាជាសរសៃឈាមនៃដំណើរការអាជីវកម្មនាពេលបច្ចុប្បន្ន។ មួយវិញទៀតក្នុងសតវត្សទី២១មួយនេះ បច្ចេកវិទ្យាមានភាពរីកចម្រើន និងមានការប្រកួតប្រជែងជាខ្លាំង ដែលធ្វើឱ្យអាជីវកម្មនីមួយៗត្រូវត្រៀមខ្លួនទុកជាមុនដូចជា ការជ្រើសរើសម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍ទៅលើអាជីវកម្មនោះឱ្យបានត្រឹមត្រូវ ដើម្បីរៀបចំផែនការនៃការលក់ ការរៀបចំយុទ្ធសាស្ត្រ និងការធ្វើសេចក្តីសម្រេចផ្សេងៗឱ្យបានត្រឹមត្រូវជាដើម។

ដូចដែលបានលើកឡើងខាងលើ ដើម្បីជាប្រយោជន៍ក្នុងការធ្វើធុរកិច្ច និងការសិក្សាស្រាវជ្រាវបន្ថែមទាក់ទងនិងការព្យាករណ៍ យើងខ្ញុំក៏បានសម្រេចជ្រើសរើសប្រធានបទ "ការជ្រើសរើសម៉ូដែលព្យាករណ៍នៃការការលក់របស់ក្រុមហ៊ុន International Business Machines (IBM)" មកធ្វើការព្យារណ៍គម្រូ និងអនុវត្តផ្ទាល់។ ការសិក្សាស្រាវជ្រាវមួយនេះ បានប្រើប្រាស់ម៉ូដែលនៃព្យាករណ៍ជាច្រើន រួចហើយក៏បានជ្រើសយកម៉ូដែលមួយល្អបំផុត យកមកធ្វើការព្យាករណ៍ការលក់ក្នុងគោលបំណងទទួលបានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ដល់អាជីវកម្មនៅថ្ងៃខាងមុខ។

យើងខ្ញុំសង្ឃឹមយ៉ាងមុតមាំថា អត្ថបទស្រាវជ្រាវមួយនេះ អាចផ្តល់ជាចំណេះថ្មីមួយដល់និស្សិត ក៏ដូចជាម្ចាស់អាជីវកម្មនានា នូវការសិក្សាទាក់ទងនឹងការជ្រើសរើសម៉ូដែល ដែលសាកសមបំផុតសម្រាប់ការព្យាករណ៍ទៅលើការលក់ ប្រាក់ចំណូល ឬ ការចំណាយផ្សេងៗក្នុងវិស័យធុរកិច្ច ហើយក៏សង្ឃឹមថា វានឹងអាចជាជំនួយដល់និស្សិត និងអ្នកស្រាវជ្រាវជំនាន់ក្រោយ ដើម្បីធ្វើការសិក្សាស្រាវជ្រាវបន្ថែមឱ្យកាន់តែស៊ីជម្រៅល្អប្រសើរមួយកម្រិតទៀត។

ជាចុងក្រោយ យើងខ្ញុំសូមអភ័យទោសនូវរាល់កំហុសឆ្គងទាំងឡាយ និងចំណុចខ្វះខាតទៅលើខ្លឹមសារពាក្យពេចន៍ អក្ខរាវិរុទ្ធ ដែលកើតមានដោយអចេតនាក្នុងការស្រាវជ្រាវនៃសារណាបញ្ចប់ការសិក្សាមួយនេះ។ យើងខ្ញុំពេញចិត្តទទួលស្វាគមន៍ នូវមតិរិះគន់កែលម្អពីសំណាក់អ្នកអានគ្រប់មជ្ឈដ្ឋានទាំងអស់ ដើម្បីធ្វើការស្ថាបនាកែលម្អឱ្យកាន់តែប្រសើរ។

មាតិកា

ទំព័រ

បញ្ជីអក្សរកាត់ vi
បញ្ជីរូបភាព vii
បញ្ជីតារាង ix

សេចក្តីផ្តើម

១. លំនាំបញ្ហានៃការស្រាវជ្រាវ ១
២. ចំណោទបញ្ហានៃការស្រាវជ្រាវ ២
៣. គោលបំណងនៃការស្រាវជ្រាវ ២
៤. ទំហំ និងដែនកំណត់នៃការស្រាវជ្រាវ ២
៥. សារៈសំខាន់នៃការស្រាវជ្រាវ ៣
៦. វិធីសាស្ត្រនៃការស្រាវជ្រាវ ៣
    ៦.១ ប្រភេទនៃការស្រាវជ្រាវ ៣
    ៦.២ ការប្រមូលទិន្នន័យ ៣
    ៦.៣ ការវិភាគទិន្នន័យ ៣
៧. រចនាសម្ព័ន្ធនៃការស្រាវជ្រាវ ៤

ជំពូកទី១
រំលឹកទ្រឹស្តី

១.១ និយមន័យនៃការព្យាករណ៍ ៧
១.២ ប្រវត្តិនៃការព្យាករណ៍ ៨
១.៣ សារៈសំខាន់នៃការព្យាករណ៍ ១០
១.៤ ប្រភេទនៃការព្យាករណ៍ ១២
១.៤.១ ការព្យាករណ៍តាម Micro-Macro ១២

១.៤.២ ការព្យាករណ៍តាមរយៈពេល ១២
១.៤.៣ ការព្យាករណ៍តាមបរិមាណវិស័យ និងគុណវិស័យ ១២
១.៤.៣.១ ការព្យាករណ៍តាមបែបគុណវិស័យ (Qualitative method) ១៣
១.៤.៣.២ ការព្យាករណ៍តាមបែបបរិមាណវិស័យ ១៣
១.៥. សមាសធាតុនៃ Time-Series Data ១៤
១.៥.១. សមាសធាតុ Trend Component ១៤
១.៥..២ សមាសធាតុ Seasonal Component ១៥
១.៥..៣ សមាសធាតុ Cyclical Component ១៦
១.៥..៤ សមាសធាតុ Random or Irregular Variation ១៧
១.៦ ការសិក្សាកំណត់ពីប្រភេទទិន្នន័យតាមការវិភាគ Autocorrelation ១៧
១.៧ សំណើរម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍សម្រាប់ទិន្នន័យ Trend ១៨
១.៧.១ ម៉ូដែល Naïve ១៩
១.៧.១.១ ម៉ូដែល Absolute Change Model (ACM) ២០
១.៧.១.២ ម៉ូដែល Relative Change Model (RCM) ២០
១.៧.២ ម៉ូដែល Moving Average ២០
ម៉ូដែល Double Moving Average (DMA) ២១
១.៧.៣ ម៉ូដែល Exponential Smoothing ២១
១.៧.៣.១ ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing (DES) ២២
១.៧.៣.២ ម៉ូដែល Holt's Method of Exponential Smoothing (HES) ២៣
១.៧.៤ ម៉ូដែល Autoregressive (AR) ២៣
១.៧.៤.១ ការជ្រើសរើសលំដាប់នៃម៉ូដែល Autoregressive តាម PACF ២៤
១.៧.៤.២ ការត្រួតពិនិត្យលើលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀង ២៦

១.៨. ការវាស់វែងលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍ ២៧
១.៨.១ មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀង Mean Absolute Deviation (MAD) ២៨
១.៨.២ មធ្យមនៃការេលម្អៀង Mean Squared Error (MSE) ២៨
១.៨.៣ ឬសការេនៃមធ្យមនៃការេលម្អៀង Square Root of the MSE (RMSE) ២៩
១.៨.៤ មធ្យមនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ Mean Percentage Error (MPE) ២៩
១.៨.៥ មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ Mean Absolute Percentage Error ២៩
១.៩ ការជ្រើសរើសម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍ ៣០

ជំពូកទី២

ស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុនIBM

២.១ ប្រវត្តិរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ៣២
២.២ ស្ថាបនិកក្រុមហ៊ុន IBM ៣៣
២.២.១ លោក Thomas J.Watson Sr ៣៣
២.២.២ លោក Arvind Krishna ៣៤
២.៣ ទីតាំងក្រុមហ៊ុន ៣៥
២.៤ រូបសញ្ញា និងអត្ថន័យរូបសញ្ញារបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ៣៦
២.៤.១ រូបសញ្ញា ៣៦
២.៤.២ អត្ថន័យនៃស្លាកសញ្ញានៃក្រុមហ៊ុន IBM នាពេលបច្ចុបន្ន ៣៩
២.៥ ចក្ខុវិស័យ បេសកកម្ម និងគុណតម្លៃ ៤០
២.៥.១ ចក្ខុវិស័យ ៤០
២.៥.២ បេសកកម្ម ៤១
២.៥.៣ គុណតម្លៃ(Core Values) ៤២
២.៦ រចនាសម្ព័ន្ធរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ៤២

២.៧ ទំនិញ និងសេវាកម្ម ៤៤
២.៧.១ ទំនិញ ៤៤
២.៧.២ សេវាកម្ម ៤៦
២.៨ យុទ្ធសាស្ត្រ និងគោលដៅ ៤៨
២.៩ ដៃគូប្រកួតប្រជែង ៤៩

ជំពូកទី៣

ការជ្រើសរើសម៉ូដែលព្យាករណ៍នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM

៣.១ ជំហានក្នុងការប្រើប្រាស់ម៉ូដែលដើម្បីព្យាករណ៍ ៥១
៣.២ ទិន្នន័យនៃចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ៥១
៣.៣ ការកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ៥២
៣.៣.១ ការកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យតាមក្រាប ៥២
៣.៣.២ ការកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យតាម Autocorrelation ៥៤
៣.៤ ការពណ៌នាទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM តាមរយៈស្ថិតិពណ៌នា ៥៥
៣.៥ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM តាមវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ ៥៦
៣.៥.១ ម៉ូដែល Absolute Change Model (ACM) ៥៦
៣.៥.២ ម៉ូដែល Relative Change Model (RCM) ៥៨
៣.៥.៣ ម៉ូដែល Double Moving Average (DMA) ៦០
៣.៥.៤ ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing (DES) ៦២
៣.៥.៥ ម៉ូដែល Holts′ Method of Exponential Smoothing(HES) ៦៥
៣.៥.៦ ម៉ូដែល Autoregressive (AR) ៦៧
៣.៥.៦.១ ការកំណត់លំដាប់នៃម៉ូដែល AR តាម Partial Autocorrelation Function ៦៧
៣.៥.៦.២ ម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់ទី១ AR(1) ៦៨

៣.៦ ការជ្រើសរើសម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍ **៧១**

៣.៧ ការត្រួតពិនិត្យលើលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀង **៧១**

សេចក្តីសន្និដ្ឋាន និងការផ្តល់អនុសាសន៍

១. សេចក្តីសន្និដ្ឋាន **៧៥**

២. អនុសាសន៍........ **៧៦**

ឯកសារយោង

ឧបសម្ព័ន្ធ

បញ្ជីអក្សរកាត់

ACF : Autocorrelation Function

ACM : Absolute Change Model

AR : Autoregressive

ARIMA: Autoregressive Integrated Moving Average

DES : Double Exponential Smoothing

DMA : Double Moving Average

GDP : Gross Domestic Product

HES : Holt´s Method of Exponential Smoothing

IBM : International Business Machinse

MA : Moving Average

MAD : Mean Absolute Deviation

MAPE : Mean Absolute Percentage Error

MPE : Mean Percentage Error

MSE : Mean Square Error

PACF : Partial Autocorrelation Function

RCM : Relative Change Model

RMSE : Square Root of Mean Square Error

SES : Single Exponential Smoothing

SMA : Simple Moving Average

WES : Winter´s Method of Exponential Smoothing

បញ្ជីរូបភាព

ទំព័រ

រូបភាពទី១.៣៖ បង្ហាញពីសមាសធាតុTime Series ១៤
រូបភាពទី ១.៤៖ ក្រាបបង្ហាញពី upward trend ១៥
រូបភាពទី១.៥៖ បង្ហាញពី Linear Trend និង Nonlinear Trend ១៥
រូបភាពទី១.៦៖ ក្រាបបង្ហាញពី Seasonal Component ១៦
រូបភាពទី១.៧៖ ក្រាបបង្ហាញពី Cyclical Component ១៧
រូបភាពទី១.៨៖ ក្រាបបង្ហាញពី Random ឬ Irregular Variation ១៧
រូបភាពទី១.៩៖ Autocorrelation and Partial Autocorrelation Coefficients for AR (1) និងAR (2). ២៥
រូបភាពទី១.១០៖ អ៊ីស្តូក្រាមនៃ Residual ដែលមានភាពណរម៉ាល់ ២៧
រូបភាពទី១.១១៖ ក្រាបបង្ហាញថាលម្អៀង (Residuals) ជា Homoscedasticity ២៧
រូបភាពទី១.១២៖ ក្រាបបង្ហាញពីលម្អៀង (Residuals) មានភាពឯករាជ្យ ២៧
រូបភាពទី២.១៖ លោក Thomas J.Watson Sr ៣៣
រូបភាពទី២.២ ៖ លោក Arvind Krishna ៣៤
រូបភាពទី២.៣៖ ទីតាំងរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ៣៥
រូបភាពទី២.៤៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM ៣៦
រូបភាពទី២.៥៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM ៣៦
រូបភាពទី២.៦៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM ៣៧
រូបភាពទី២.៧៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM ៣៧
រូបភាពទី២.៨៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM ៣៨
រូបភាពទី២.៩៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM ៣៨
រូបភាពទី២.១០៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM ៣៩
រូបភាពទី២.១១៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM ៣៩
រូបភាពទី២.១២៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM ៣៩

រូបភាពទី២.១៣៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM.. ៣៩
រូបភាពទី២.១៤៖ រចនាសម្ព័ន្ធនៃថ្នាក់ដឹកនាំកំពូលៗរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM.. ៤៤
រូបភាពទី២.១៥៖ IBM Punch Card ៤៥
រូបភាពទី២.១៦៖ IBM Mainframe ៤៥
រូបភាពទី២.១៧៖ IBM System/360.. ៤៥
រូបភាពទី២.១៨៖ IBM TS4300 Tape Library ៤៦
រូបភាពទី២.១៩៖ Silicon Germanium Chips.. ៤៦
រូបភាពទី២.២០៖ សេវាកម្ម Hybrid cloud ៤៧
រូបភាពទី២.២១៖ សេវាកម្ម IBM Cloud ៤៧
រូបភាពទី២.២២៖ សេវាកម្ម IP Advisor ៤៧
រូបភាពទី២.២៣៖ សេវាកម្ម IBM Global Business Services (GBS) ៤៧
រូបភាពទី២.២៧៖ ដៃគូប្រកួតប្រជែងរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM.. ៤៩
រូបភាពទី៣.១៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ចាប់ពីឆ្នាំ២០០១ ដល់២០២១ .... ៥៣
រូបភាពទី៣.២៖ ក្រាបបង្ហាញពីទំនាក់ទំនងនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM.. ៥៤
រូបភាពទី៣.៣៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល ACM............. ៥៧
រូបភាពទី៣.៤៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល RCM ៥៩
រូបភាពទី៣.៥៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DMA ៦១
រូបភាពទី៣.៦៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DES.............. ៦៤
រូបភាពទី៣.៧៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល HES ៦៦
រូបភាពទី៣.៨៖ Partial Autocorrelation Functions (PACF).. ៦៧
រូបភាពទី៣.៩៖ ដ្យាក្រាមចំណុចនៃ Y_t និង $Y_{(t-1)}$ សម្រាប់ការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល AR (1) ៦៩
រូបភាពទី៣.១០៖ អ៊ីស្តូក្រាមនៃលម្អៀង (Residuals) របស់ម៉ូដែល AR(1) ៧២
រូបភាពទី៣.១១៖ ដ្យាក្រាមចំណុចរវាងលម្អៀង និង តម្លៃព្យាករណ៍.. ៧២
រូបភាពទី៣.១២៖ ក្រាបបន្ទាត់រវាងលម្អៀង (Residuals) និងពេល (Time) ៧៣

បញ្ជីតារាង

ទំព័រ

តារាងទី៣.១៖ ទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ចាប់ពីឆ្នាំ២០០១ ដល់២០២១ .... ៥២
តារាង៣.២៖ មេគុណទំនាក់ទំនង Autocorrelation Function នៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM........ ៥៤
តារាងទី៣.៣៖ ការពណ៌នាទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ពីឆ្នាំ២០០១ ដល់ឆ្នាំ២០២១............. ៥៥
តារាងទី៣.៤៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំតាមរយៈម៉ូដែល ACM ៥៧
តារាងទី៣.៥៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែលACM ៥៨
តារាងទី៣.៦៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលតាមម៉ូដែល RCM ៥៩
តារាងទី៣.៧៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល RCM ៦០
តារាងទី៣ .៨៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលតាមម៉ូដែល DMA.. ៦១
តារាងទី៣.៩៖ ការវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល DMA.. ៦២
តារាងទី៣.១១៖ ការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DES... ៦៣
តារាងទី៣.១២៖ ការវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល DES ៦៤
តារាងទី៣.១៤៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលតាមម៉ូដែលHES.. ៦៦
តារាងទី៣.១៥៖ ការវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែលHES.. ៦៦
តារាងទី៣.១៦៖ Partial Autocorrelation Functions ៦៧
តារាងទី៣.១៧៖ តារាងកំណត់តម្លៃY-lagged ក្នុងម៉ូដែលAR(1) ៦៨
តារាងទី៣.១៩៖ តារាងលទ្ធផលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល AR(1) ៦៩
តារាងទី៣.២០៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលតាមម៉ូដែល AR(1).. ៧០
តារាងទី៣.២១៖ តារាងវាស់លម្អៀងរបស់ម៉ូដែល AR(1) ៧០
តារាងទី៣.២២៖ ការប្រៀបធៀបលម្អៀងនៃម៉ូដែលព្យាករណ៍ ACM, RCM, DMA, DES, HES, AR(1) .. ៧១

សេចក្តីផ្តើម

១. លំនាំបញ្ហានៃការស្រាវជ្រាវ

តាមរយៈការសង្កេតឃើញនូវការកើតឡើងនូវបញ្ហាក្នុងសង្គមជាតិជាច្រើន ដោយសាការរីករាលត្បាតជម្ងឺកូវីដ-១៩ ឫសង្គ្រាមរវាងប្រទេសរុស្សី និងអ៊ុយក្រែនជាដើម ដែលបានធ្វើអោយស្ថានភាពសេដ្ឋកិច្ចសាកលលោកមានភាពប្រែប្រួលយ៉ាងខ្លាំង ហើយវាបានដាស់តឿនដល់អាជីវកម្មគ្រប់ប្រភេទ ឲ្យត្រៀមក្នុងការការពារខ្លួនជាមុន។ លើសពីនេះសាជីវកម្មផ្សេងៗកំពុងតែរិះរកវិធីសាស្ត្រក្នុងវិភាគប៉ាន់ស្មាន ដើម្បីបញ្ចៀសនូវបញ្ហាដែលអាចកើតមានឡើងក្នុងកាលៈទេសៈដ៏ពិបាកមួយនេះ និងក្នុងគោលបំណងជម្រុញអោយប្រតិបត្តិការអាជីវកម្មអាចប្រព្រឹត្តទៅបានយ៉ាងរលូន និងអាចបង្កើននូវប្រាក់ចំណូល។

គ្រប់អាជីវកម្មទាំងអស់ តែងតែមានការព្រួយបារម្ភណ៍ជាមួយនឹងបញ្ហា ឫហានិភ័យ ដូច្នេះប្រសិនបើម្ចាស់អាជីវកម្មមិនបានប្រុងប្រៀប ឫត្រៀមរួចរាល់សម្រាប់បញ្ចៀស ឫកាត់បន្ថយនូវហានិភ័យឲ្យបានល្អទេ នោះអាចនឹងធ្វើឲ្យដំណើរការអាជីវកម្មជួបភាពអាក់អួល ឫឈានទៅរកក្ស័យធន។ ការព្យាករណ៍ គឺជាវិធីសាស្ត្រដ៏ល្អបំផុត ដើម្បីកាត់បន្ថយហានិភ័យរបស់អាជីវកម្ម ព្រោះការព្យាករណ៍អាចឱ្យអាជីវកម្មប៉ាន់ស្មានពីអនាគត និងមានភាពងាយស្រួលក្នុងការសម្រេចចិត្តអភិវឌ្ឍយុទ្ធសាស្ត្រថ្មីៗ។ ជាក់ស្តែង ការព្យាករណ៍នៃប្រាក់ចំណូលបានត្រឹមត្រូវ វាអាចធ្វើឱ្យក្រុមហ៊ុន ឫអាជីវកម្ម អាចប៉ាន់ស្មានដឹងពីចំណូលនៅឆ្នាំបន្ទាប់ៗ ហើយអាចឲ្យក្រុមហ៊ុនអាចត្រៀមនូវមូលធនសម្រាប់ចំណាយលើទុនបង្វិល បង្កើនសមត្ថភាពក្នុងការផលិត ឫស្វែងយល់ពីអតិថិជនគោលដៅកាន់តែច្បាស់។

ដោយឡែកនៅសព្វថ្ងៃនេះ យើងសង្កេតឃើញថាមានក្រុមហ៊ុនជាច្រើនកំពុងប្រកួតប្រជែងគ្នាយ៉ាងខ្លាំងជាពិសេសចំពោះក្រុមហ៊ុនបច្ចេកវិទ្យាអេឡិចត្រូនិក ដែលនៅក្នុងចំណោមបណ្តាក្រុមហ៊ុនទាំងនោះ ក្រុមហ៊ុនមួយដែលត្រូវបានគេស្គាល់ថាជាក្រុមហ៊ុនដែលទទួលបានភាពជោគជ័យខ្លាំងអស់រយៈពេលជាច្រើនឆ្នាំមកហើយ គឺជាក្រុមហ៊ុន International Business Machines (IBM)។ ក្រុមហ៊ុន IBM ក៏ត្រូវបានគេដាក់រហ័សនាមថា "Big Blue" ហើយវាត្រូវបានបង្កើតឡើងជាការរួមបញ្ចូលគ្នានៃក្រុមហ៊ុនតូចៗជាច្រើនដែលផ្តល់សេវាកម្មផ្សេងៗគ្នា។ ចាប់តាំងពីពេលនោះមក រចនាសម្ព័ន្ធ និងសេវាកម្មរបស់ក្រុមហ៊ុនបានផ្លាស់ប្តូរគួរឱ្យកត់សម្គាល់។ វាបានឆ្លងកាត់ដំណាក់កាលនៃការទិញក្រុមហ៊ុនផ្សេងៗទៀត និងលក់ផលិតផលដែលផលិតដោយខ្លួនឯងផងដែរ។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ លោក Thomas Watson គឺជាអ្នកបន្តដំណែងនៃការគ្រប់គ្រង និងអភិវឌ្ឍន៍ក្រុមហ៊ុន ហើយបានប្រែក្លាយវាទៅជាក្រុមហ៊ុនផលិតដ៏លេចធ្លោមួយរបស់អាមេរិក។[1]

[1] Momin, A. (2021), IBM SWOT analysis 2021. PESTLE Analysis, page 22

ដោយមើលឃើញឥទ្ធិពលដ៏អស្ចារ្យរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ដែលបានបម្រើដល់ក្រុមហ៊ុនអាជីវកម្មជាច្រើនក្នុងទីផ្សារនៃបច្ចេកវិទ្យា និងសារៈសំខាន់នៃការព្យាករណ៍ ទើបយើងខ្ញុំសម្រេចចិត្តជ្រើសរើសយកប្រធានបទ "ការជ្រើសរើសម៉ូដែលព្យាករណ៍ទៅលើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM " មកធ្វើការសិក្សាស្រាវជ្រាវ។

២. ចំណោទបញ្ហានៃការស្រាវជ្រាវ

ដោយសារការព្យាករណ៍មានឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងទៅលើផ្នែកផ្សេងៗជាច្រើនក្នុងវិស័យធុរកិច្ច ដែលបានធ្វើឱ្យក្រុមហ៊ុនចាប់ផ្តើមពង្រឹងសមត្ថភាពរបស់ខ្លួនទៅលើការជ្រើសរើសវិធីសាស្ត្រដែលល្អ និងសមស្រប ដើម្បីធ្វើការព្យាករណ៍ឱ្យមានប្រសិទ្ធភាព។ ការព្យាករណ៍ការលក់បានល្អ អាចបង្កើតឱកាសជាច្រើនដល់ក្រុមហ៊ុន ឬអាជីវកម្ម ដើម្បីអភិវឌ្ឍន៍ខ្លួនឱ្យរីកចម្រើន។ ហេតុនេះហើយ បានជាការសិក្សាស្រាវជ្រាវមួយនេះចង់សិក្សាថា៖

- តើផលិតផល និងសេវាកម្មធំៗរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM មានអ្វីខ្លះ?
- តើម៉ូដែលព្យាករណ៍ណាខ្លះដែលសមស្របចំពោះទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ IBM?
- តើលម្អៀងនៃម៉ូដែលនីមួយៗ ខុសគ្នាយ៉ាងដូចម្តេចខ្លះ?
- តើម៉ូដែលមួយណាដែលល្អបំផុតសម្រាប់ព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM?

៣. គោលបំណងនៃការស្រាវជ្រាវ

ការសិក្សាស្រាវជ្រាវមួយនេះមានគោលបំណងសំខាន់ៗដូចជា៖

- ស្វែងយល់ពីស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM (Interantional Business Machines)។
- ស្វែងរកម៉ូដែលព្យាករណ៍សមស្រប ដើម្បីព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលសម្រាប់ក្រុមហ៊ុន IBM។
- ធ្វើការប្រៀបធៀបនូវលម្អៀងនៃម៉ូដែលនីមួយៗ។
- ធ្វើការសម្រេចចិត្តជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលល្អបំផុត សម្រាប់ធ្វើការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលសម្រាប់ក្រុមហ៊ុន IBM។

៤. ទំហំ និងដែនកំណត់នៃការស្រាវជ្រាវ

ការសិក្សាស្រាវជ្រាវលើប្រធានបទមួយនេះ ផ្តោតសំខាន់ទៅលើស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM និងការប្រើប្រាស់ម៉ូដែលព្យាករណ៍តាមរយៈវិធីសាស្ត្របែបបរិមាណវិស័យដូចជា ម៉ូដែល Naive ម៉ូដែល Moving Average ម៉ូដែល Exponential Smoothing និងម៉ូដែល Autoregressive មកធ្វើការព្យាករណ៍ទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ២០០១ ដល់ឆ្នាំ២០២១ ដែលមានរយៈពេល ២១ឆ្នាំតែ ហើយជាចុងក្រោយ គឺធ្វើការប្រៀបធៀបលម្អៀងនៃម៉ូដែលទាំងអស់ដើម្បីជ្រើសរើសម៉ូដែលណាមួយដែលល្អបំផុត។ ម្យ៉ាងទៀតការសិក្សាស្រាវជ្រាវមួយនេះមិនបានប្រើប្រាស់នូវម៉ូដែលព្យាករណ៍បែបបរិមាណវិស័យដូចជា ARIMA ឬម៉ូដែលផ្សេងៗទៀតនោះទេ និងក៏មិនបានប្រើប្រាស់ម៉ូដែលព្យាករណ៍តាមបែបគុណវិស័យផងដែរ។

៥. សារៈសំខាន់នៃការស្រាវជ្រាវ

ការសិក្សាលើប្រធានបទមួយនេះ អាចចាត់ទុកជាស្នាដៃនៃការសិក្សាស្រាវជ្រាវមួយ ដែលបានបង្កប់នូវអត្ថប្រយោជន៍ ឬគុណសម្បត្តិជាច្រើន សម្រាប់សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទនីតិសាស្ត្រ និងវិទ្យាសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ច នឹងទទួលបាននូវឯកសារសំខាន់បន្ថែម សម្រាប់តម្កល់ទុកក្នុងបណ្ណាល័យសម្រាប់សិស្សានុសិស្សអ្នកសិក្សាស្រាវជ្រាវ ដូច្នេះនិស្សិតជំនាន់ក្រោយនឹងមានឱកាសក្នុងការសិក្សាស្រាវជ្រាវបន្ថែមទៀត។ ចំពោះអាជីវកម្ម អាចពង្រឹងការយល់ដឹងបន្ថែមលើការព្យាករណ៍នៅថ្ងៃអនាគត និងជាជំនួយក្នុងការរៀបចំយុទ្ធសាស្ត្រដើម្បីកាត់បន្ថយហានិភ័យនៅថ្ងៃខាងមុខ។

៦. វិធីសាស្ត្រនៃការស្រាវជ្រាវ

៦.១ ប្រភេទនៃការស្រាវជ្រាវ

ការស្រាវជ្រាវលើប្រធានបទ "ការជ្រើសរើសម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនIBM" នេះប្រព្រឹត្តទៅតាមរយៈវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ (Quantitative Method) ដែលវិធីសាស្ត្រមួយនេះ គឺសង្កត់ធ្ងន់ទៅលើការវាស់វែងនូវគោលបំណង ការវិភាគស្ថិតិ គណិតវិទ្យា ឬជាលេខនៃទិន្នន័យដែលប្រមូលបានតាមរយៈការស្ទង់មតិ កម្រងសំណួរ និងការស្ទង់មតិ ឬដោយរៀបចំទិន្នន័យស្ថិតិដែលមានស្រាប់ពីមុនមក (Secondary Data) ដោយប្រើបច្ចេកទេសគណិតវិទ្យា។[2]

៦.២ ការប្រមូលទិន្នន័យ

ក្នុងការសិក្សាស្រាវជ្រាវបានជ្រើសរើសយកទិន្នន័យដែលមានស្រាប់ ឬហៅថាប្រភេទទិន្នន័យបន្ទាប់បន្សំ (Secondary Data) ដោយទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ដែលមានរយៈពេលចំនួន ២១ ឆ្នាំ ចាប់ពីឆ្នាំ២០០១ រហូតដល់ ឆ្នាំ២០២១ ត្រូវបានដកស្រង់ចេញពីរបាយការណ៍ប្រចាំឆ្នាំនីមួយៗនៃក្រុមហ៊ុន IBM តាមរយៈគេហទំព័រផ្លូវការផ្ទាល់របស់ក្រុមហ៊ុន។

៦.៣ ការវិភាគទិន្នន័យ

បន្ទាប់ពីការប្រមូលទិន្នន័យនៃចំណូលពីឆ្នាំ២០០១ ដល់ឆ្នាំ២០២១ ដែលជាទិន្នន័យ Time Series ត្រូវបានប្រមូលមកធ្វើការពណ៌នាវាតាមក្រាបបន្ទាត់ និងរង្វាស់ស្ថិតិពណ៌នារួមមាន រង្វាស់ទីតាំងកណ្តាល និងរង្វាស់ពង្រាយស្ថិតិ ហើយបន្ត មកទៀត ក៏ប្រើប្រាស់ម៉ូដែលព្យាករណ៍តាមបរិមាណវិស័យមកធ្វើការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM។ ម៉ូដែលទាំងនោះរួមមាន៖

[2] Bui, Y. N (2020). How to write a master's thesis? SAGE, Publications, Inc, page 103

- ម៉ូដែល Naïve: Absolute Change and Relative Change Models
- ម៉ូដែល Moving Average: Double Moving Average Model
- ម៉ូដែល Exponential Smoothing: Double and Holt's Method of Exponential Smoothing
- ម៉ូដែល Autoregressive (AR)។

ជំហានបន្ទាប់ពីការធ្វើតេស្តលើម៉ូដែលទាំងអស់នេះរួចហើយ យើងនឹងធ្វើការគណនាតម្លៃលម្អៀងរបស់ម៉ូដែលនីមួយៗ ហើយម៉ូដែលណាដែលមានតម្លៃលម្អៀងតូចជាងគេ ម៉ូដែលនោះគឺជាម៉ូដែលដែលល្អបំផុតដើម្បីយកទៅធ្វើការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM។ វិធីសាស្ត្រសម្រាប់វាស់លម្អៀងទាំងអស់នោះមានដូចជា៖

- មធ្យមនៃការេលម្អៀង (Mean square error)
- ឬសការេនៃមធ្យមនៃការេលម្អៀង (Root mean square error)
- មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតលម្អៀង (Mean absolute deviation)
- មធ្យមនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ (Mean percentage error)និង
- មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ (Mean absolute percentage error)។

មួយវិញទៀត នៅក្នុងការសិក្សានេះក៏ប្រើប្រាស់កម្មវិធី Microsoft Excel និង Minitab.v19.1x64 ដើម្បីជាជំនួយក្នុងការគណនា និងវិភាគទិន្នន័យសម្រាប់ការបកស្រាយផងដែរ។

៧. រចនាសម្ព័ន្ធនៃការស្រាវជ្រាវ

រចនាសម្ព័ន្ធនៃការសិក្សាស្រាវជ្រាវនេះត្រូវបានបែកចែកជា ៥ ដំណាក់កាលធំៗ ដូចជា៖

សេចក្តីផ្តើម៖ ត្រង់ដំណាក់កាលនេះនឹងបង្ហាញពីគោលបំណងនៃការជ្រើសរើសប្រធានបទមួយនេះឡើង ដោយព័រនាពីទំហំនៃការស្រាវជ្រាវ ដែនកំណត់ គោលបំណង សារៈសំខាន់ និងវិធីសាស្ត្រនៃការស្រាវជ្រាវ។ លើសពីនេះ រចនាសម្ព័ន្ធនៃការស្រាវជ្រាវក៏ត្រូវបានបង្ហាញក្នុងផ្នែកមួយផងដែរ ក្នុងគោលបំណងសម្រួលដល់ការស្វែងយល់នៃដំណើរការនៃអត្ថបទមួយនេះសម្រាប់អ្នកអាន។

ជំពូកទី១ រំលឹកទ្រឹស្តី៖ ក្នុងជំពូកនេះ គឺផ្តោតសំខាន់ទៅលើការរំលឹកនូវទ្រឹស្តីសញ្ញាណទូទៅនៃការព្យាករណ៍ដោយរៀបរាប់អំពី និយមន័យនៃការព្យាករណ៍ សារៈសំខាន់នៃការព្យាករណ៍ ការបកស្រាយលម្អិតពីសមាសធាតុនីមួយៗរបស់ Time Series Data វិធីសាស្ត្រក្នុងការព្យាករណ៍ និងការវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែលព្យាករណ៍ទាំងមូល។

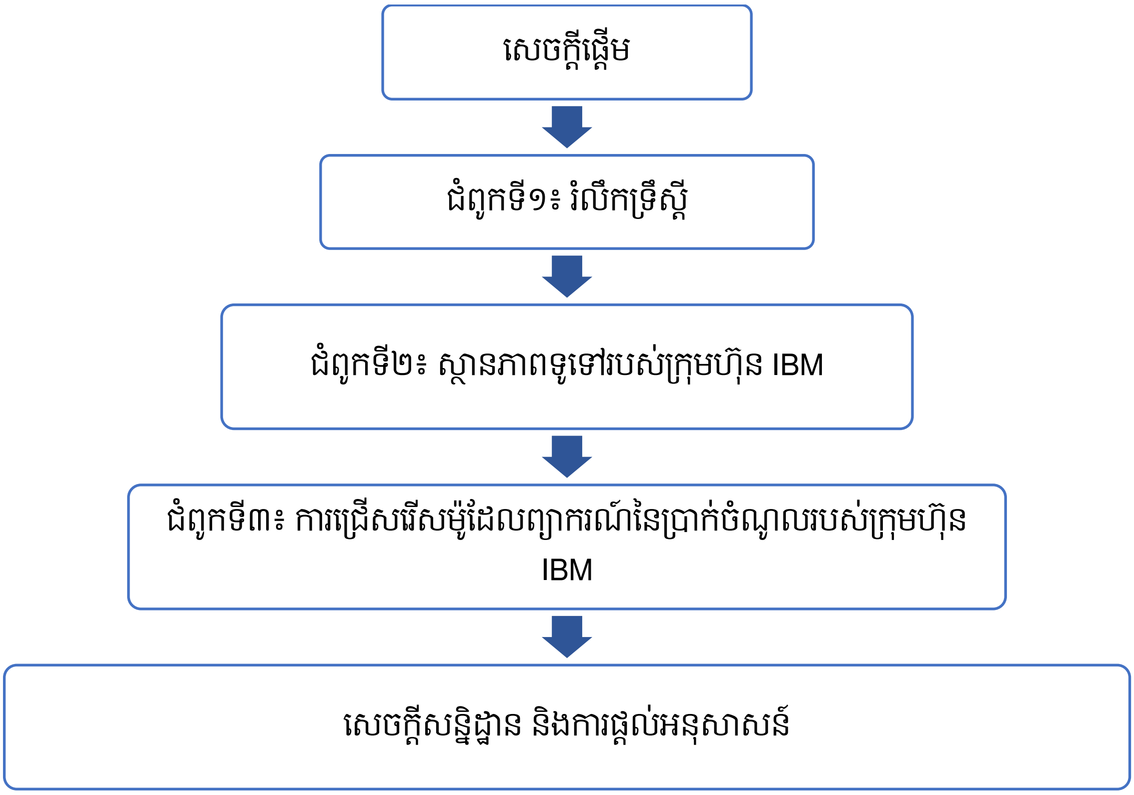
ជំពូកទី២ ស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM៖ ក្នុងជំពូកនេះ គឺបង្ហាញពីស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ដែលមាន ការរីកចម្រើន និងការវិវត្តរបស់ក្រុមហ៊ុនរហូតមកដល់ពេលបច្ចុប្បន្ន ហើយក៏បានលើក

ឡើងពីចក្ខុវិស័យ ទស្សនវិស័យ និងគុណតម្លៃនៃភាពច្នៃប្រឌិតរបស់ក្រុមហ៊ុនដោយរួមបញ្ចូលនូវទំនិញ និងសេវាកម្មសំខាន់ធំៗរបស់ក្រុមហ៊ុន ដែលបានដាក់ចូលទៅក្នុងទីផ្សារសម្រាប់បំពេញតម្រូវការរបស់អតិថិជន។

ជំពូកទី៣ ការជ្រើសរើសម៉ូដែលព្យាករណ៍នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM៖ ត្រង់ជំពូកនេះ យើងនឹងធ្វើការអនុវត្តនូវម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍តាមទ្រឹស្តីទាំងអស់ មកធ្វើការគណនាជាក់ស្តែងជាមួយនឹងទិន្នន័យផ្ទាល់របស់ក្រុមហ៊ុន ដែលបានមកពីគេហទំព័រផ្លូវការរបស់ IBM ចាប់ពីឆ្នាំ២០០១ ដល់ឆ្នាំ២០២១។ លើសពីនេះ យើងនឹងបង្ហាញពីការប្រៀបធៀបនូវលទ្ធផលនៃការធ្វើតេស្តនូវម៉ូដែលទាំងនោះ ដើម្បីធ្វើការជ្រើសរើសនូវម៉ូដែលដែលល្អបំផុត ឬម៉ូដែលដែលមានលម្អៀងតូចជាងគេសម្រាប់ធ្វើការព្យាករណ៍ចំពោះចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន។

សេចក្តីសន្និដ្ឋាន និងការផ្តល់អនុសាសន៍៖ ក្នុងផ្នែកចុងក្រោយនៃអត្ថបទមួយនេះ គឺយើងនឹងធ្វើការសន្និដ្ឋានទៅលើ លទ្ធផលដែលទទួលបានបន្ទាប់ពីបានធ្វើការព្យាករណ៍នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន រួមទាំងការចូលរួមនូវការផ្តល់មតិយោបល់ទៅលើការអនុវត្ត និងការព្យាករណ៍ជាបន្តបន្ទាប់នៅពេលក្រោយឱ្យកាន់តែមានប្រសិទ្ធភាព។

រចនាសម្ព័ន្ធនៃការស្រាវជ្រាវ



ជំពូកទី១
រំលឹកទ្រឹស្តី

ជំពូកទី១
រំលឹកទ្រឹស្តី

ជំពូកទី១នេះ យើងបង្ហាញ និងធ្វើការបកស្រាយនូវចំណុចសំខាន់ៗមួយចំនួន ដូចជា៖

- និយមន័យ និងពាក្យគន្លឹះ
- សារៈសំខាន់នៃការព្យាករណ៍
- សំណើម៉ូដែលសម្រាប់ធ្វើការព្យាករណ៍លើទិន្នន័យ Trend និងវិធីសាស្ត្រវាស់លម្អៀង

១.១ និយមន័យនៃការព្យាករណ៍

និយមនៃពាក្យថា "ការព្យាករណ៍" ត្រូវបានគេអោយនិយមន័យផ្សេងៗពីគ្នាដោយផ្អែកទៅលើគំនិតការស្រាវជ្រាវ ឬបទពិសោធន៍របស់អ្នកនិពន្ធ ឬអ្នកប្រាជ្ញ ហើយការព្យាករណ៍ត្រូវបានធ្វើជាប្រចាំនៅក្នុងអាជីវកម្ម, ហិរញ្ញវត្ថុ, សេដ្ឋកិច្ច, រដ្ឋាភិបាល, និងវិស័យជាច្រើនទៀត ដែលជួយតម្រង់ទិសក្នុងការសម្រេចចិត្តសំខាន់ៗជាច្រើន។ ជាក់ស្តែង បើយោងតាមសៀវភៅ " Forecasting: Principle and Practice " របស់លោក J Hyndman និងលោក George Athanasopoulos បានអោយនិយមន័យថា ការព្យាករណ៍ថា គឺជាការទស្សន៍ទាយអនាគតឲ្យបានត្រឹមត្រូវតាមដែលអាចធ្វើបាន ដោយផ្តល់ព័ត៌មានទាំងអស់ដែលមាន រួមទាំងទិន្នន័យប្រវត្តិសាស្ត្រ និងចំណេះដឹងអំពីព្រឹត្តិការណ៍នាពេលអនាគតដែលអាចប៉ះពាល់ដល់ការព្យាករណ៍។[3]

ចំណែកឯ សៀវភៅ Statistical Methods for Forecasting របស់លោក Bovas Ahbraham និងលោក Johannes Ledolter បានអោយនិយមន័យថា ការព្យាករណ៍ គឺជាសកម្មភាពដើម្បីគណនា ឬទស្សន៍ទាយព្រឹត្តិការណ៍ ឬលក្ខខណ្ឌនាពេលអនាគតមួយចំនួន ដែលជាលទ្ធផលនៃការសិក្សាសមហេតុផល ឬការវិភាគនៃទិន្នន័យដែលពាក់ព័ន្ធ។[4]

បន្ថែមពីនេះ បើយោងតាមសៀវភៅ Business Forecasting "A Practical Approach, 2nd edition របស់លោក A Reza Hoshmand បានអោយនិយមន័យការព្យាករណ៍ថា "ការព្យាករណ៍ គឺជាផ្នែកមួយនៃប្រព័ន្ធ ផែនការ និងត្រួតពិនិត្យ ហើយ អង្គភាពនិមួយៗត្រូវការការព្យាករណ៍ទៅលើនីតិវិធីដែលអនុញ្ញាអោយអង្គភាពទាំងនោះព្យាករណ៍ពីអនាគតដោយមានប្រសិទ្ធិភាព និងតាមរបៀបទាន់ពេលវេលា។[5]

---

[3] R. J Hyuman and G. Athanasopoulos (2018). Forecasting: Principle and Practice, page 14

[4] B. Ahbraham and J. Ledolter (1983). Statiscal Methods for Forecasting, page 24

[5] A Reza Hoshmand (2011). Business Forecasting 2nd edition, page 2

ម្យ៉ាងវិញទៀត ការព្យាករណ៍ គឺជាសេចក្តីថ្លែងការណ៍ណាមួយអំពីអនាគត នេះបើយោងតាមសៀវភៅ Forecasting Economic Time Series របស់លោក Michael P.Clements និងលោក Davis F.Hendry។[6]

លើសពីនេះទៅទៀត បើយោងតាមសៀវភៅ Demand Forecasting and Inventory របស់លោក Colin David Lewis បានលើឡើងថា ការព្យាករណ៍ គឺត្រូវបានបកស្រាយថាជាដំណើរការវិទ្យាសាស្ត្រនៃការប៉ាន់ប្រមាណព្រឹត្តិការណ៍នាពេលអនាគតដោយការបញ្ជូនទិន្នន័យអតីតកាល។[7]

បើយោងតាមសៀវភៅ Business Forecasting "The emerging Role of Artifical Intelligence & Machines Learning របស់លោក Michael Gilliland , លោក Len Tashman, និងលោកUdo Sglaro បានលើកឡើងថា ការព្យាករណ៍ គឺជាការប៉ាន់ស្មាននៃស្ថានភាពនាពេលអនាគត ដែលវាមិនមែនជាគោលដៅហើយវាមិនមែនជាផែនការដែរ។[8]

លើសពីនេះទៅទៀត ការព្យាករណ៍ គឺជាប៉ាន់ស្មានអំពីព្រឹត្តិការណ៍នាពេលអនាគតមួយចំនួន នេះបើយោងតាមសៀវភៅ "Introduction to Time series Analysis and Forecasting" របស់លោក Douglas C. Montgomery, Cheryl L. Jennings, Murat Kulahci។[9]

១.២ ប្រវត្តិនៃការព្យាករណ៍

ការព្យាករណ៍ គឺមិនមែនជាគំនិតដែលបង្កើតឡើងដោយមនុស្សសម័យទំនើបនោះទេ ប៉ុន្តែការព្យាករណ៍មានតាំងពីអរិយធម៌អេហ្ស៊ីបបុរាណ ដោយមានក្នុងទម្រង់ ឬបែបផែនផ្សេងគ្នា ដើម្បីទស្សន៍ទាយ ឬប៉ាន់ស្មានព្រឹត្តិការណ៍នាពេលអនាគត។

ការប្រើប្រាស់ឯកសារនៃការព្យាករណ៍ដំបូងបំផុត ត្រូវបានប្រើប្រាស់ដោយជនជាតិអេហ្ស៊ីបដើម្បីទស្សន៍ទាយការប្រមូលផលដោយផ្អែកលើកម្រិតទឹកនៃទន្លេនីលក្នុងរដូវទឹកជំនន់។ នេះបង្ហាញឱ្យឃើញក្នុងទម្រង់សាមញ្ញបំផុត ការយល់ដឹងអំពីទំនាក់ទំនងបុព្វហេតុ និងផលប៉ះពាល់ ដែលជាបេះដូងនៃការព្យាករណ៍។ វាមាននៅក្នុងទម្រង់ជាមូលដ្ឋាននេះរាប់ពាន់ឆ្នាំមកហើយ ហើយត្រូវបានគេប្រើជាចម្បងសម្រាប់ការទស្សន៍ទាយការប្រមូលផលដំណាំ។ បន្ទាប់មក ក្នុងអំឡុងសតវត្សទី 17 បុរសម្នាក់ឈ្មោះ Sir William Petty បានបង្កើតគំនិតនៃ "Seven- Years Business Cycle " ។ គំនិតនេះបានបម្រើជាការប៉ុនប៉ងដំបូងបំផុតក្នុងការព្យាករណ៍បញ្ហា

[6]J. Castle, & David F. Hendry & Michael P. Clements (2019). Forecasting "An essential Introduction page 1

[7] C. David Lewis (1997). Demand Forecasting and Inventory Control, page 5

[8] Michael Gilliland, len Tashman, and Udo Sglaro (2021). Business Forecasting" The Emerging Role of Artifical Intelligence and Machines Learning" page 1

[9] Douglas C. Montgomery, Cheryl L. Jennings, Murat Kulahci (2015). Introduction to Time Series Analysis and Forecasting, second edition, page 1

សេដ្ឋកិច្ច។ ឧស្សាហកម្មព្យាករណ៍នៅអាមេរិកបានអភិវឌ្ឍនៅប្រហែលឆ្នាំ 1910 ប៉ុន្តែនៅពេលដំបូង វាមិនអាចមើលឃើញសូម្បីតែព័ត៌មានជំនួយបន្តិចបន្តួច ទាក់ទងនឹងវិបត្តិសេដ្ឋកិច្ចដ៏ធំដែលនឹងមកដល់។ មនោគមវិជ្ជាព្យាករណ៍ទំនើបបន្ថែមទៀតបានកើតឡើងក្នុងអំឡុងពេលបដិវត្ត Keynesian ដែលបានកើតឡើងក្នុងអំឡុងចុងទសវត្សរ៍ឆ្នាំ 1930 ។ ក្នុងអំឡុងពេលនេះ វិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍សេដ្ឋកិច្ចទំនើបត្រូវបានបង្កើត និងប្រើប្រាស់បន្ទាប់ពីសង្គ្រាមលោកលើកទី 2 នៅប្រទេសដាណឺម៉ាក ន័រវេស និងស៊ុយអែត។ បដិវត្តន៍នេះសម្រាប់បណ្តាប្រទេស Scandinavian បានទទួលជោគជ័យ ហើយមិនយូរប៉ុន្មានបានរីករាលដាលជាលើកដំបូងទៅកាន់ចក្រភពអង់គ្លេស ហើយបន្ទាប់មកនៅសល់នៃពិភពឧស្សាហកម្មនៅទសវត្សរ៍ឆ្នាំ 1960 ។ ការព្យាករណ៍បែបទំនើបត្រូវបានបង្កើតឡើងជាចម្បងជាមធ្យោបាយសម្រាប់ការទស្សន៍ទាយសេដ្ឋកិច្ច ប៉ុន្តែត្រូវបានទទួលយកយ៉ាងឆាប់រហ័សដោយវិស័យផ្សេងទៀតជាច្រើនសម្រាប់ប្រើប្រាស់ក្នុងការទស្សន៍ទាយការចាប់អារម្មណ៍របស់ពួកគេ។

ការព្យាករណ៍សព្វថ្ងៃនេះត្រូវបានប្រើប្រាស់នៅក្នុងឧស្សាហកម្មជាច្រើនប្រភេទចាប់ពីការគ្រប់គ្រងខ្សែសង្វាក់ផ្គត់ផ្គង់រហូតដល់ផ្នែកនយោបាយ។ ក្រុមហ៊ុនទាំងអស់ប្រើប្រាស់ទម្រង់នៃការព្យាករណ៍តម្រូវការមួយចំនួនដើម្បីព្យាករណ៍ថាតើមានមនុស្សប៉ុន្មាននាក់នឹងទិញផលិតផល ឬសេវាកម្មដែលបានផ្តល់ឱ្យ។ កម្រិតនៃភាពស្មុគស្មាញ ក៏ដូចជាកម្រិតនៃភាពមិនច្បាស់លាស់ប្រែប្រួលយ៉ាងខ្លាំង អាស្រ័យលើអ្វីដែលត្រូវបានព្យាករណ៍។ ជាឧទាហរណ៍ ហាងលក់ប្រដាប់ក្មេងលេងធម្មតា អាចប្រើការព្យាករណ៍ដើម្បីទស្សន៍ទាយចំនួននៃការលក់ដែលពួកគេនឹងមានក្នុងសប្តាហ៍ ខែ ឬឆ្នាំ។ ជាទូទៅកម្មវិធីបែបនេះអាចបង្ហាញថាមានភាពត្រឹមត្រូវត្រឹមត្រូវ ប្រសិនបើទិន្នន័យប្រវត្តិសាស្ត្រសមស្របត្រូវបានប្រើប្រាស់។ បើនិយាយពីភាពស្មុគស្មាញ វិធីសាស្ត្រដែលប្រើដើម្បីទស្សន៍ទាយការលក់នៅហាងលក់ប្រដាប់ក្មេងលេងដូចគ្នាគឺពិតជាសាមញ្ញណាស់ ហើយមិនត្រូវការពេលវេលាច្រើនពេកទេ។ ការព្យាករណ៍ផ្សេងទៀតអាចត្រូវការចំនួនមនុស្សច្រើន និងពេលវេលាវែង ដើម្បីរុះរើទិន្នន័យ និងជ្រើសរើសឧបករណ៍ព្យាករណ៍ត្រឹមត្រូវ។

ការបង្កើតកុំព្យូទ័របានដើរតួយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការវិវត្តន៍នៃការព្យាករណ៍។ ឈុតកម្មវិធីកម្រិតខ្ពស់ និងកុំព្យូទ័រផ្ទាល់ខ្លួនបានបង្កើតបច្ចេកទេសព្យាករណ៍កាន់តែងាយស្រួលសម្រាប់បុគ្គលជាមធ្យមជាងពេលមុនៗ។ កុំព្យូទ័រក៏បានដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការកាត់បន្ថយកំហុសក្នុងការព្យាករណ៍ ក៏ដូចជាល្បឿននៃការគណនាផងដែរ។ សព្វថ្ងៃនេះអាជីវកម្មនៅជុំវិញពិភពលោក ពីតូចទៅធំ ពឹងផ្អែកលើកុំព្យូទ័រសម្រាប់តម្រូវការព្យាករណ៍របស់ពួកគេ។[10]

[10] https://sites.google.com/site/forecastingprojectvatech/home/history-of-forecasting (ចូលមើលថ្ងៃទី៣ ខែមេសា ឆ្នាំ ២០២២)

១.៣ សារៈសំខាន់នៃការព្យាករណ៍

ការព្យាករណ៍ គឺជាមូលដ្ឋានដ៏សំខាន់ក្នុងការធ្វើការសម្រេចចិត្តអោយបានល្អប្រសើរ។[11] ម៉្យាងទៀត ការគ្រប់គ្រងប្រកបដោយជោគជ័យ ឫមានប្រសិទ្ធភាព គឺកើតឡើងបន្ទាប់ពីអ្នកគ្រប់គ្រងមានសមត្ថភាពក្នុង ការវិភាគ ប៉ាន់ស្មាន ឫធ្វើការព្យាករណ៍នៃប្រតិបត្តិការបានល្អ។[12]

នាពេលបច្ចុប្បន្ន បើទោះបីជាវិស័យជាច្រើនមានការកកស្ទះដោយបញ្ហានៃការរីករាលដាលនៃជម៉ឺកូវីត ១៩ និងការសង្គ្រាមរវាងរុស្ស៊ី និងអ៊ុយក្រែនក៏ដោយ តែគ្រប់វិស័យបច្ចេកវិទ្យានូវតែមានការសិក្សាស្រាវជ្រាវថ្មីៗ ក្នុងការផ្លាស់ប្តូររបៀបនៃការរស់នៅ ដែលទាមទារអោយពួកយើងឈានទៅមុខមុនមួយជំហ៊ាន ដើម្បីអាចធានាដល់ក្រុមហ៊ុន ឫអង្គភាពជៀសវាងពីគ្រោះមហន្តរាយ ឫហានិភ័យផ្សេងៗ។ ការព្យាករណ៍ គឺជាតួអង្គមួយដែលបានចូលរួមដើរតួរនាទីយ៉ាងសំខាន់មួយ ទាំងក្នុងជួររដ្ឋាភិបាល ក៏ដូចជា ក្នុងវិស័យឯកជន ដើម្បីអាចប៉ាន់ស្មាននូវរូបភាពមួយចំនួនដែលអាចកើតមានឡើង។ ការទទួលបានជោគជ័យក្នុងការធ្វើជំនួញ ឫអាជីវកម្មទាំងនេះ វាបានទាទារនូវយុទ្ធសាស្ត្រ និងដំណោះស្រាយជាច្រើន យ៉ាងណាក៏ដោយ ការសម្រេចចិត្តនីមួយៗក្នុងដំណើរការនៃអាជីវកម្មគឺ តែងតែមានការចូលរួមជាចាំបាច់នៃ ការព្យាករណ៍ ដែលជាជាវិជ្ជាជីវៈដ៏មានសារៈសំខាន់ ហើយកំពុងមានតម្រូវការជាខ្លាំង ក្នុងការប្រាប់បញ្ចូលគ្នាជាមួយនឹងយុទ្ធសាស្ត្រផ្សេងៗទៀត ដើម្បីអោយអាជីវកម្មទទួលបានភាពជោគជ័យ។

ការព្យាករណ៍ គឺជាយុទ្ធវិធីក្នុងការផ្តល់នូវព៌តមាន ឫទិន្នន័យទៅដល់អ្នកគ្រប់គ្រងក្នុងការធ្វើការសម្រេចចិត្តអោយបានត្រឹមត្រូវ ឫអាចកាត់បន្ថយហានិភ័យ។ ការព្យាករណ៍ បានដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការងារធុរកិច្ច, វិស័យហិរញ្ញវត្ថុ, វិស័យសេដ្ឋកិច្ច, ការងារក្នុងជួររដ្ឋាភិបាល និងក្នុងវិស័យផ្សេងៗមួយចំនួនទៀត ដែលវាជាយុទ្ធសាស្ត្រដ៏ល្អសម្រាប់អ្នកគ្រប់គ្រងទាំងអស់ក្នុងការអនុវត្ត។ ការព្យាករណ៍ត្រូវបានបង្កើតឡើង និងប្រើប្រាស់ក្នុងវិស័យធំៗជាច្រើន ក្នុងនោះរួមមាន៖

- **វិស័យសេដ្ឋកិច្ច និងរដ្ឋាភិបាល**

សេដ្ឋកិច្ច ពិតជាមានអត្ថន័យយ៉ាងទូលំទំលាយ ដែលរួមបញ្ចូលដូចជា ការងារក្នុងជួររដ្ឋាភិបាល ធុរៈកិច្ច អង្គការគោលនយោបាយ ធនាគារជាតិ វិស័យសេវាហិរញ្ញវត្ថុ និងក្នុងវិស័យប្រឹក្សាសេដ្ឋកិច្ច ដែលមាននៅលើពាសពេញពិភពលោក។ ជាទូទៅ អថេរធំៗដែលត្រូវបានព្យាករណ៍ជាទៀងទាត់ក្នុងវិស័យនេះ មានដូចជា

[11] L. Kurzak (2012). "Importance of Forecasting in Enterprise Management", University of Miskolc, pages 173-182.

[12] James T. Rothe (1978). Effectiveness of sales forecasting methods, Industrial Marketing Management, pages 114-118.

កំណើនផលិតផលក្នុងស្រុកសរុប (GDP) និកម្មភាព ការប្រើប្រាស់ ការវិនិយោគ ចំណូល និងចំណាយ កម្រិតថ្លៃ និងអត្រាការប្រាក់។

រដ្ឋាភិបាល បានប្រើប្រាស់ការព្យាករណ៍ក្នុងការសិក្សាក្នុងគោលនយោបាយរូបិយវត្ថុ, គោលនយោបាយសារពើពន្ធ និងការបែងចែកថវិការផ្សេងៗដែលត្រូវបានសម្រេចដោយរដ្ឋាភិបាល។ រីឯក្រុមហ៊ុនឯកជនប្រើប្រាស់វាសម្រាប់យុទ្ធសាស្ត្រក្នុងការធ្វើផែនការ ដោយសារតែការប្រែប្រួលសេដ្ឋកិច្ចជាទូទៅមាន ផលប៉ះពាល់អាចជាលក្ខណៈកម្រិតធ្ងន់ និងកម្រិតស្រាល។ ការព្យាករណ៍លើវដ្តអាជីវកម្ម ស្ថានភាពនៃទីផ្សារភាគហ៊ុននាពេលអនាគត (bull ឬ bear) ឬស្ថានភាពនៃសកម្មភាពទីផ្សារប្តូរប្រាក់នាពេលអនាគត (ការឡើងថ្លៃ ឬការចុះតម្លៃ) ។

ជាក់ស្តែង ជាទូទៅរដ្ឋាភិបាលតែងតែធ្វើការព្យាករណ៍ទៅលើចំនួនប្រជាជន ដែលវាពិតជាមានសារៈសំខាន់ណាស់សម្រាប់ការរៀបចំផែនការចំណាយរបស់រដ្ឋាភិបាល ទៅលើការយកចិត្តទុកដាក់លើការថែទាំសុខភាពប្រជាជន ហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធ ការធានារ៉ាប់រងសង្គម ការកាត់បន្ថយភាពក្រីក្រជាដើម។

សរុបមក ការព្យាករណ៍បែបនេះ គឺពិតជាមានប្រយោជន៍ ឫជាកត្តាលីករដ៏សំខាន់មួយ ដែលជួយផ្តល់នូវពត៌មាន និងទិន្នន័យ សម្រាប់ការសម្រេចចិត្តទាំងក្នុងវិស័យសេដ្ឋកិច្ច និងជួររដ្ឋាភិបាល។

- **វិស័យធុរៈកិច្ច**

យុទ្ធសាស្ត្រនៃការព្យាករណ៍ គឺជាតម្រូវការដ៏ចាំបាច់សម្រាប់វិស័យធុរៈកិច្ច ឫការធ្វើពាណិជ្ជកម្មផ្ទាល់ ដែលបានជួយជ្រោមជ្រែងក្នុងសកម្មភាពមួយចំនួនដូចជា យុទ្ធសាស្ត្រនៃការគ្រប់គ្រងនិងត្រួតពិនិត្យប្រតិបត្តិការណ៍ (ការជួលធនធានពលកម្ម, ដំណើរការផលិតកម្ម, សារពើភ័ណ្ឌ, ការវិនិយោគ,...), ការធ្វើទីផ្សារ (តម្លៃ និងការចែកចាយ, ការធ្វើពាណិជ្ជកម្ម, ការដាក់ប្រូម៉ូសិន,...), ការងារគណនី (ការព្យាករណ៍ទៅលើចំណូល និងចំណាយ,...) -ល-។

ឧទាហរណ៍៖ ការព្យាករណ៍ទៅលើអាជីវកម្ម ដែលជាទូទៅស្ទើតែគ្រប់អាជីវករ បានធ្វើការព្យាករណ៍ទៅលើការលក់ ដើម្បីជាកត្តាមួយជួយធានា អោយការសម្រេចចិត្តក្នុងការគ្រប់គ្រងសារពើភ័ណ្ឌ, ការគ្រប់គ្រងទំហំនៃការលក់, ផែនការនៃដំណើរការផលិតកម្ម ក៏ដូចជាយុទ្ធសាស្ត្រនៃការធ្វើផែនការដែលស្របតាម Product Line ឫ New Market Entry ជាដើម អោយមានភាពល្អប្រសើរ។

ម្យ៉ាងទៀត ជាទូទៅក្រុមហ៊ុននីមួយៗក៏តែងតែធ្វើការព្យាករណ៍ដើម្បីធ្វើការសម្រេចចិត្តថា តើត្រូវផលិតអ្វី?, ផលិតនៅពេលណា? (តើយើងគួរបង្កើតស្តុកឥឡូវនេះ ដើម្បីទន្ទឹងរង់ចាំតម្រូវការខ្ពស់នាពេលអនាគត?) ផលិតដោយរបៀបណា?(តើត្រូវផលិតបានប៉ុន្មាន និងសមត្ថភាពសាងសង់ប៉ុន្មាន និងកំណត់តម្លៃយ៉ាងដូចម្តេច?)

- **វិស័យដទៃៗទៀត**
    - **សេវាហិរញ្ញវត្ថុ**

នៅក្នុងសេវាហិរញ្ញវត្ថុ ការព្យាករណ៍ត្រូវបានប្រើប្រាស់ក្នុងការគ្រប់គ្រងទ្រព្យសម្បត្តិ ការកំណត់តម្លៃទ្រព្យសកម្ម និងការទិញយក ឬការវិនិយោគរបស់ធានាគារ និងក្នុងការធានាផ្សេងៗទៀត។ ជាឧទាហរណ៍ អ្នកគ្រប់គ្រងផលប័ត្រ តែងតែធ្វើការព្យាករណ៍ទ្រព្យសកម្មត្រឡប់មកវិញ (ការត្រឡប់មកវិញភាគហ៊ុន អត្រាការប្រាក់ អត្រាប្តូរប្រាក់ និងតម្លៃទំនិញ) និងការព្យាករណ៍បែបនេះត្រូវបានធ្វើឡើងស្ទើរតែជាប្រចាំ។

- **ការគ្រប់គ្រងហានិភ័យហិរញ្ញវត្ថុ**

ជាទូទៅ ការព្យាករណ៍បែបនេះត្រូវបានចេញជាប្រចាំ ដូចជាប្រូបាប៊ីលីតេ។ ជាឧទាហរណ៍ ក្នុងការផ្តល់កម្ចីសម្រាប់អ្នកប្រើប្រាស់ និងពាណិជ្ជករមួយចំនួន ធនាគារតែងតែធ្វើការវិភាគ ឬបង្កើតការព្យាករណ៍ប្រូបាប ហើយសម្រេចចិត្តយល់ព្រម ឬបដិសេធផ្តល់ប្រាក់កម្ចី ទៅតាមលទ្ធផលដែលអាចមានហានិភ័យទាប ឬហានិភ័យខ្ពស់ ។ ដូចគ្នានេះដែរ វិនិយោគិនអន្តរជាតិនៃប្រភេទផ្សេងៗគឺ តែងតែធ្វើការព្យាករណ៍មុននឹងធ្វើការសម្រេចចិត្តក្នុងប្រតិបត្តការណ៍នានា ដើម្បីបញ្ចៀសនូវហានិភ័យទាំងនោះ។

១.៤ ប្រភេទនៃការព្យាករណ៍

ប្រភេទនៃការព្យាករណ៍ ត្រូវបានគេបែងចែកចែញជាច្រើនប្រភេទដូចខាងក្រោម៖

១.៤.១ ការព្យាករណ៍តាម Micro-Macro

ការព្យាករណ៍ត្រូវបានចាត់ថ្នាក់ទៅតាម micro-macro ពោលគឺនៅក្នុងលក្ខខណ្ឌនៃវិសាលភាព ដែលពាក់ព័ន្ធនឹងព័ត៌មានលម្អិតតូចធៀបនឹងតម្លៃសង្ខេបធំនោះគឺ៖

១. Micro Forecast: ជាឧទាហរណ៍ ការព្យាករណ៍ពីការជ្រើសរើសចំនួនកម្មករសម្រាប់កំឡុងពេលណាមួយ។

២. Macro Forecast: ជាឧទាហរណ៍ ការព្យាករណ៍អំពីអត្រានិកម្មភាពក្នុងប្រទេសទាំងមូលជាដើម។

១.៤.២ ការព្យាករណ៍តាមរយៈពេល

វិធីនៃការព្យាករណ៍ដំបូងគេ អាចត្រូវបានគេចាត់ថ្នាក់ជារយៈពេលវែង និងរយៈពេលខ្លី ដូចខាងក្រោម៖

១. Short-Term Forecast: គឺត្រូវការជាចាំបាច់ក្នុងការរៀបចំយុទ្ធសាស្ត្រភ្លាមៗ ហើយត្រូវបានប្រើប្រាស់ដោយអ្នកគ្រប់គ្រងកម្រិតកណ្តាល និងអ្នកគ្រប់គ្រងជាន់ខ្ពស់ ដើម្បីបំពេញតម្រូវការនៃអនាគតភ្លាមៗ។

២. Long-Term Forecast: គឺចាំបាច់ដើម្បីកំណត់វគ្គទូទៅនៃអង្គភាពសម្រាប់រយៈពេលយូរ។ ដូច្នេះ វិធីសាស្ត្រនេះបានក្លាយជាចំណុចសំខាន់របស់ថ្នាក់ដឹកនាំកំពូល។

១.៤.៣ ការព្យាករណ៍តាមបរិមាណវិស័យ និងគុណវិស័យ

ការព្យាករណ៍តាមបរិមាណវិស័យ និងគុណវិស័យ គឺជាវិធីសាស្ត្រដែលត្រូវបានអ្នកព្យាករណ៍ចាប់អារម្មណ៍ និងត្រូវបានយកមកព្យាករណ៍ជាញឹកញាប់ជាងគេ។

១.៤.៣.១ ការព្យាករណ៍តាមបែបគុណវិស័យ (Qualitative method)

ការព្យាករណ៍តាមបែបគុណវិស័យ ជាវិធីសាស្ត្រមួយដែលធ្វើការព្យាករណ៍អំពីអនាគតដោយប្រើការវិនិច្ឆ័យរបស់អ្នកប្រើប្រាស់ និងអ្នកជំនាញ ជំនួសអោយការវិភាគជាលេខ។ វិធីសាស្ត្រនេះពឹងផ្អែកលើមតិយោបល់ និងចំនេះដឹងក៏ដូចជាទ្រឹស្តីរបស់អ្នកប្រាជ្ញ ដើម្បីទស្សន៍ទាយពីលទ្ធផលនាពេលអនាគត។

លក្ខណៈពិសេសនៃវិធីសាស្ត្រនេះគឺវាពឹងផ្អែកទៅលើការវិនិច្ឆ័យ ទស្សនៈ គំនិតរបស់អ្នកវិភាគ ដោយមិនប្រើប្រាស់គំរូគណិតវិជ្ជាឡើយ។ អត្ថប្រយោជន៍នៃវិធីសាស្ត្រនេះ គឺមិនខ្វះខាតពេលវេលា ឬប្រាក់កាសចុះទៅប្រមូលទិន្នន័យឡើយ។ ផ្ទុយទៅវិញ ការព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្រនេះ អាចមានលក្ខណៈលំអៀង ព្រោះវាអាស្រ័យទៅលើគំនិត និងចំណេះដឹងរបស់អ្នកវិភាគ ហើយក៏គ្មានវិធីអាចបញ្ជាក់បានថាការព្យាករណ៍នោះមានលក្ខណៈសុក្រិតត្រឹមត្រូវប៉ុន្មានភាគរយឡើយ។

ការព្យាករណ៍តាមតាមបែបគុណវិស័យមានដូចខាងក្រោម៖

- Jury of executive: តាមវិធីនេះគំនិតរបស់អ្នកគ្រប់គ្រងថ្នាក់ខ្ពស់មួយក្រុមរួមផ្សំជាមួយគំរូស្ថិតិត្រូវបានប្រមូលដើម្បីឈានដល់ការប៉ាន់ប្រមាណជាក្រុម។
- Sales force composite: នៅក្នុងវិធីសាស្ត្រនេះអ្នកលក់ម្នាក់ៗប៉ាន់ស្មានថាតើការលក់នឹងមានអ្វីខ្លះនៅក្នុងតំបន់របស់គាត់។ ការព្យាករណ៍នេះត្រូវបានពិនិត្យឡើងវិញដើម្បីធានាថាវាមានភាពប្រាកដនិយមហើយបន្ទាប់មកបញ្ចូលគ្នានៅថ្នាក់ស្រុកនិងថ្នាក់ជាតិដើម្បីឈានដល់ការព្យាករណ៍ទាំងអស់។
- Consumer market survey: វិធីសាស្ត្រនេះទាញយកការបញ្ចូលពីអតិថិជនឬអតិថិជនសក្តានុពលទាក់ទងនឹងផែនការទិញអនាគតរបស់ពួកគេ។ វាអាចជួយមិនត្រឹមតែក្នុងការរៀបចំការព្យាករណ៍ប៉ុណ្ណោះទេប៉ុន្តែថែមទាំងក្នុងការកែលម្អការរចនាផលិតផលនិងផែនការសម្រាប់ផលិតផលថ្មី។
- Delphi Technique: នេះគឺជាដំណើរការក្រុមដែលមានគោលបំណងដើម្បីសម្រេចបាននូវការមូលមតិគ្នា ការព្យាករណ៍។

១.៤.៣.២ ការព្យាករណ៍តាមបែបបរិមាណវិស័យ

ការព្យាករណ៍តាមបែបបរិមាណវិស័យ គឺជាព្យាករណ៍ពីអនាគតដោយប្រើប្រាស់លើទិន្នន័យអតីតកាលជាមួយនឹងទិន្នន័យជាលេខទាំងស្រុងក្នុងការគណនា ឬប៉ាន់ស្មានអំពីអនាគត។ វិធីសាស្ត្រនេះត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សម្រាប់ការព្យាករណ៍រយៈពេលខ្លី ហើយផ្អែកទៅលើគម្រូគណិតវិជ្ជា។ វិធីសាស្ត្រនេះក៏ត្រូវបានគេហៅថាម៉ូដែលស្ថិតិ ផងដែរ។ វិធីសាស្ត្រនេះមានភាពងាយស្រួល ដោយជួយសម្រួលដល់អ្នកសិក្សាស្រាវជ្រាវក្នុងការជ្រើសរើសយកមកព្យាករណ៍ ប្រសិនបើពួកគេមានទិន្នន័យក្នុងដៃស្រាប់ ឬស្គាល់ពីប្រភពទិន្នន័យដែលពួកគេអាចប្រមូលយកមកប្រើប្រាស់បាននោះ ។

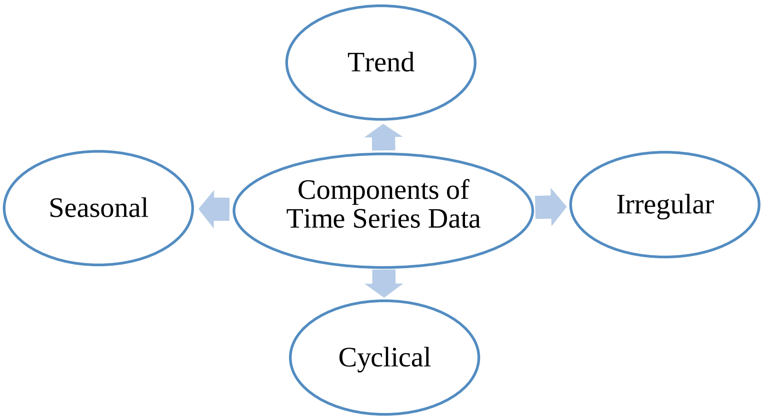
វិធីសាស្ត្រនេះ ជាវិធីសាស្ត្រប្រើប្រាស់នូវម៉ូដែលគណិតវិជ្ជា និងទិន្នន័យពីអតីតកាលទាំងស្រុង ដើម្បីយកមកព្យាករណ៍ និងវិភាគលើទិន្នន័យដែលនឹងយកមកព្យាករណ៍លើអនាគត។ គុណសម្បត្តិនៃវិធីសាស្ត្រនេះគឺអាចជួយលុបបំបាត់ភាពលម្អៀងចេញពីការព្យាករណ៍ ដែលធ្វើអោយការរកឃើញកាន់តែត្រឹមត្រូវ។ ម្យ៉ាងវិញទៀត វិធីសាស្ត្រនេះ មិនមានការខ្វះខាតពេលវេលា ឬប្រាក់កាសក្នុងការចុះទៅប្រមូលទិន្នន័យនោះឡើយ និងផ្តល់ឱ្យអាជីវកម្មនូវសមត្ថភាពក្នុងការធ្វើការសម្រេចចិត្តប្រកបដោយការយល់ដឹងអំពីយុទ្ធសាស្ត្រ និងដំណើរការដើម្បីធានាបាននូវភាពជោគជ័យជាបន្តបន្ទាប់។

ចំពោះការព្យាករណ៍តាមបរិមាណវិស័យ គឺអាចធ្វើឡើងអាស្រ័យទៅតាមប្រភេទនៃទិន្នន័យដែលយើងយកមកសិក្សា ដូចច្នេះ ចំណុចបន្ទាប់នឹងបង្ហាញអំពីប្រភេទនៃទិន្នន័យសំខាន់នៃការព្យាករណ៍ក្នុងវិធីសាស្ត្រមួយនេះ។

១.៥. សមាសធាតុនៃ Time-Series Data

សមាសភាពនៃ Time Series ត្រូវបានគេបែងចែកជា ៤ ដែលសមាសភាពនីមួយៗ បង្ហាញអំពីទិដ្ឋភាពជាក់លាក់នៃចលនា របស់តម្លៃនៃ Time Series ដែលមានដូចជា Trend component, Cyclical component, Seasonal Component, Irregularឬ Random Component។ ដើម្បីសិក្សាសមាសធាតុនៃ Time Series អ្នកវិភាគត្រូវពិចារណាពីរបៀបដែលសមាសធាតុទាក់ទងនឹងស៊េរីដើម។

រូបភាពទី១.៣៖ បង្ហាញពីសមាសធាតុTime Series



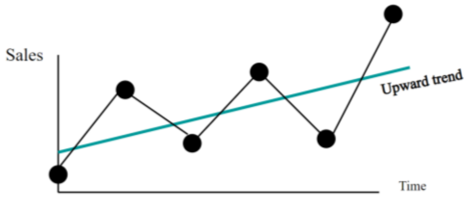
ប្រភព៖ សៀវភៅ Business Forecasting 9th edition (២០១៤) (John E. Hanke, Dean Wichern)

១.៥.១. សមាសធាតុ Trend Component

Trend component គឺជាសមាសធាតុ ដែលតំណាងអោយការកើនឡើង ឬថយចុះរយៈពេលវែងនៅក្នុង Time Series ។ Trend អាចបង្ហាញជាលក្ខណៈ upward trend ហើយពេលខ្លះទៀតជាលក្ខណៈ downward trend ។ ម្យ៉ាងវិញទៀត Trend អាចជាវិជ្ជមាន ឬអវិជ្ជមាន អាស្រ័យទៅលើ Time series ដែល

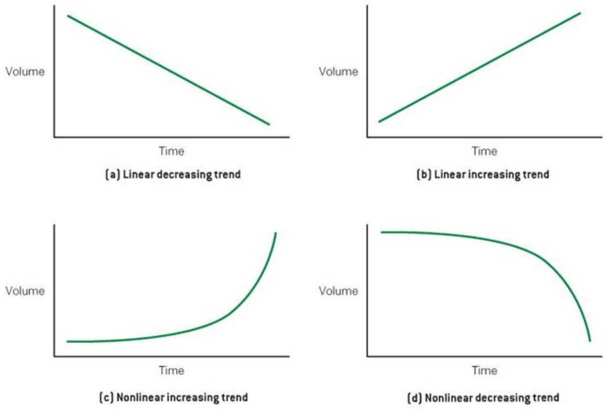
បង្ហាញគម្រូរយៈពេលវែង ដែលកំពុងកើនឡើង ឬលំនាំរយៈពេលវែងដែលកំពុងថយចុះ។ ប្រសិនបើ Time Series មិនបង្ហាញពីលំនាំកើនឡើង ឬថយចុះទេ នោះទិន្នន័យនោះជា Stationary នៅក្នុង Mean។

រូបភាពទី ១.៤៖ ក្រាបបង្ហាញពី upward trend



ម្យ៉ាងវិញទៀត សមាសធាតុនៃ Trend អាចបង្ហាញចេញជា ២ ប្រភេទគឺ Linear trend និង Non Linear trend ឬ curvilinear Trend។ ប្រសិនបើសំណុំនៃទិន្នន័យ ត្រូវបានផ្គុំនៅលើក្រាប និងចំណុច (points) នៅលើចង្កោមក្រាបតិចឬច្រើនជុំវិញបន្ទាត់ត្រង់ ទំនោរដែលត្រូវបានបង្ហាញនោះទិន្នន័យនោះជា Trend Linear។ ប្រសិនបើចំណុចដែលត្រូវបានប្រមូលផ្តុំនៅលើក្រាប មិនមានចង្កោមតិចឬច្រើនជុំវិញបន្ទាត់ត្រង់ នោះទំនោរដែលបង្ហាញនោះជា Non Linear or curvilinear trend។ ម្យ៉ាងវិញទៀត Trend មិនមែនតែងតែ ជាបន្ទាត់ត្រង់នោះទេ វាអាចជា ចតុកោណ ឬអិចស្ប៉ូណង់ស្យែល ។

រូបភាពទី១.៥៖ បង្ហាញពី Linear Trend និង Nonlinear Trend



១.៥..២ សមាសធាតុ Seasonal Component

សមាសធាតុ Seasonal Component គឺជាសមាសធាតុមួយក្នុងចំណោមសមាសធាតុទាំងបួននៃ Time Series Data ដែលវាមានការផ្លាស់ប្តូរ ឬប្រែប្រួលឡើងចុះច្រំដែលទៀងទាត់តាមលំនាំ (Pattern)។ Seasonal Component ក៏អាចកំណត់បាននូវពេលដែលនៅពេលដែលទិន្នន័យមានការប្រែប្រួលទៀងទាត់

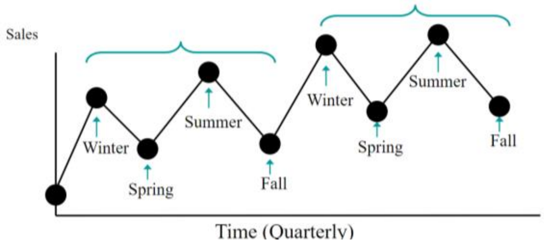
និងថេរ នៅក្នុងកំឡុងពេលខ្លី ឬរដូវកាលជាក់លាក់ណាមួយ ដែលជាទូទៅមានដូចជា ជារៀងរាល់ខែ មួយត្រីមាសម្តង មួយឆមាសម្តង ឬមួយឆ្នាំម្តង។[13]

ម្យ៉ាងទៀត Seasonal Component វាអាចកើតមានឡើង ឬប្រែប្រួលបានដោយសារកត្តាមួយចំនួនដូចជា៖

- កត្តាបម្រែបម្រួលធម្មជាតិ៖ បម្រែបម្រួលអាកាសធាតុ (កើនឡើងកំដៅ ទឹកជំនន់ ជាដើម)។
- កត្តាបរិបទសង្គម និងវប្បធម៌៖ ពិធីបុណ្យប្រពៃណី ទំនៀមទំលាប់ ការគោព និងពេលវេលានៃវិស្សមកាលជាដើម។

ការវិភាគនៃ Seasonal Component គឺវាផ្តល់ផលល្អសម្រាប់អ្នកគ្រប់គ្រងដែលមានកម្រិតទាប និងកម្រិតមធ្យម សម្រាប់ការធ្វើផែនការទីផ្សារជាដើម។ ជាឧទាហរណ៍ អ្នកគ្រប់គ្រងអាចនឹងធ្វើការព្យាករណ៍សម្រាប់ការទិញរបស់អតិថិជននៅក្នុងរដូវកាល ឬពិធីបុណ្យធំៗមួយចំនួន ពីព្រោះជាពេលដែលអតិថិជនមានតម្រូវការ និងមានការបញ្ចុះតម្លៃលើផលិតផល និងសេវាកម្មជាច្រើន។

រូបភាពទី១.៦៖ ក្រាបបង្ហាញពី Seasonal Component

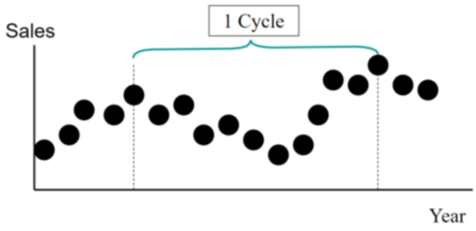


១.៥.៣ សមាសធាតុ Cyclical Component

សមាសធាតុ Cyclical Component គឺជាសមាសធាតុមួយនៅក្នុងទិន្នន័យបែប Time Series ដែលមានមានលក្ខណៈឡើងចុះ មិនទៀងទាត់ក្នុងកំឡុងពេលមួយ។ បន្ថែមពីនេះ វាមានលក្ខណៈប្រែប្រួលមិនទៀងទាត់ ក្នុងរយៈពេលវែងជាង បើធៀបទៅនឹងលំនាំ Seasonal Pattern ដែលអាចស្ថិតក្នុងរយៈពេល ១ឆ្នាំ ទៅ១០ឆ្នាំជាដើម ហើយអាចកើតឡើងនៅក្នុងសកម្មភាពសេដ្ឋកិច្ចធំៗ។ លើសពីនេះទៅទៀត កត្តាដែលជះឥទ្ធិពលទៅលើការកើនឡើង ឬថយចុះ គឺដោយសារតែសកម្មភាពនៃអាជីវកម្ម ដែលត្រូវបានគេហៅថា វដ្តនៃអាជីវកម្ម (Business Cycles) និងព្រឹត្តិការណ៍នយោបាយ ឬស្ថានភាពសេដ្ឋកិច្ចធំៗមួយចំនួន។ ដោយសារតែកត្តាទាំងនេះ មិនកើតឡើងទៀតទាត់ ឬកម្រនឹងកើតមាន ដែលធ្វើអោយអ្នកព្យាករណ៍មានភាពស្មុកស្មាញក្នុងការព្យាករណ៍ក្នុងសមាសភាគ Cyclical មួយនេះ។

[13] Andrius Buteikis (2019). Time series with trend and seasonality components, page 32

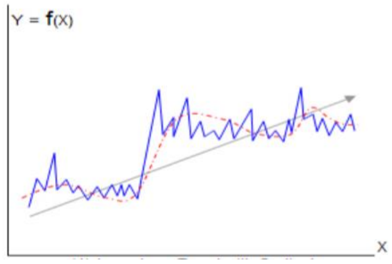
រូបភាពទី១.៧៖ ក្រាបបង្ហាញពី Cyclical Component



១.៥..៤ សមាសធាតុ Random or Irregular Variation

សមាសភាគ Irregular or Random Component គឺជាសមាសធាតុនៃ Time Series ដែលមានការប្រែប្រួលមិនទៀងទាត់ ឬប្រែប្រួលក្នុងរយៈពេលខ្លីដោយមិនច្រំដែរ។[14] ម្យ៉ាងទៀត កត្តាមួយចំនួនដែលជះឥទ្ធិពល និងធ្វើអោយមានការប្រែប្រួលមិនទៀងទាត់មានដូចជា ការបណ្តាលមកពីការកើតឡើងនូវគ្រោះធម្មជាតិ ទឹកជំនន់ រញ្ជួយដី ជំងឺរាតត្បាត កូដកម្មជាដើម ដែលទាំងអស់នេះសុទ្ធតែជាកត្តាដែលមិនមានភាពទៀងទាត់ ហើយពេលខ្លះមិនអាចដឹងមុន។

រូបភាពទី១.៨៖ ក្រាបបង្ហាញពី Random ឬ Irregular Variation



១.៦ ការសិក្សាកំណត់ពីប្រភេទទិន្នន័យតាមការវិភាគ Autocorrelation

នៅពេលដែលអថេរត្រូវបានគេវាស់វែងក្នុងរយៈពេលវែង តម្លៃនៃការសង្កេតនៃអថេរក្នុងរយៈពេលផ្សេងៗគ្នាគឺជាញឹកញាប់គឺតែងតែជាប់ទាក់ទង ឬមានទំនាក់ទំនងគ្នា (correlated)។ ទំនាក់ទំនងគ្នា (correlated) នេះត្រូវបានវាស់ដោយប្រើមេគុណទំនាក់ទំនង (Autocorrelation Coefficient)។ Autocorrelation គឺជាទំនាក់ទំនង (correlation) រវាងតម្លៃនៃការសង្កេតដែលមានលំដាប់លំដោយតាមពេល ឬតម្លៃសង្កេតដែលនៅឆ្ងាយពីគ្នាក្នុងកំឡុងពេលមួយគ្រា ឬច្រើនគ្រា (lagged variable)។

គំរូទិន្នន័យ (Data pattern) រួមទាំងសមាសធាតុជាច្រើនទៀតដូចជា Trend, Seasonal, Cyclical ឬ Random component ត្រូវបានសិក្សាពីមេគុណទំនាក់ទំនង (Autocorrelation Coefficient) ដោយគណនាតាមរូបមន្តខាងក្រោម ឬគណនាតាមកម្មវិធី Minitap និងវិភាគទិន្នន័យនៃសំណុំតម្លៃមេគុណទំនាក់ទំនងតាមក្រាប autocorrelation function (ACF) បានមកពីការគណនាតាមកម្មវិធីMinitap។

[14] John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting (9th Edition), page 64

រូបមន្ត គណនាមេគុណទំនាក់ទំនង Autocorrelation Coefficient នៅ Lag k (r_k) រវាង Y_t និង Y_{t-k} ដែលនៅអំឡុងពេល k គឺៈ[15]

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^{n}(Y_t-\bar{Y})(Y_{t-k}-\bar{Y})}{\sum_{t=1}^{n}(Y_t-\bar{Y})^2} \qquad k=0,1,2\ldots$$

ដែល k= គម្លាតនៃកំឡុងពេលដែលត្រូវបានហៅថា lag

r_k= មេគុណទំនាក់ទំនងសម្រាប់ lag នៃកំឡុងពេល k

$\bar{y}$ = មធ្យមនៃតម្លៃសង្កេតរបស់ទិន្នន័យ Time series

y_t= តម្លៃសង្កេតនៃរយៈពេល t

y_{t-k}= តម្លៃសង្កេតមុនរយៈពេល t ចំនួន k ដង ឬរយៈពេល t-k

***កំណត់សម្គាល់៖

- ប្រសិនបើទិន្នន័យជាប្រភេទ Trend នោះ Autocorrelation រវាង y និង y_{t-k} មានតម្លៃធំដំបូងសម្រាប់ lag មាន lag មានតម្លៃតូច ហើយ Autocorrelation មានតម្លៃតូចទៅៗខិតទៅរកសូន្យនៅពេលចំនួន lag កើនឡើង។ ម្យ៉ាងទៀត ACF សម្រាប់ lag ជាញឹកញយនឹងមានតម្លៃធំខ្លាំងខិតជិតស្មើ១ ហើយ ACF សម្រាប់ lag 2 ក៏ធំដែរ ប៉ុន្តែមិនមានតម្លៃធំដូចនៅ lag 1 ទេ។
- ប្រសិនបើទិន្នន័យជាប្រភេទ Seasonal នោះ autocorrelation មានតម្លៃធំនៅ Seasonal lag ឬនៅ Multiple of the seasonal lag។ ចំពោះទិន្នន័យដែលប្រមូលរាល់ត្រីមាស Seasonal lag របស់វាគឺស្មើ 4 ហើយទិន្នន័យប្រចាំខែ Seasonal lag របស់វាគឺ 12។
- ប្រសិនបើទិន្នន័យជាប្រភេទ Random នោះ Autocorrelation រវាង y_t និង y_{t-k} នៅ lag k ណាក៏ដោយ ក៏មានតម្លៃជិតស្មើសូន្យ។ តម្លៃនៃទិន្នន័យ Time Series បន្តៗគ្នា គឺមិនជាប់ទាក់ទងគ្នាទេ។[16]

១.៧ សំណើរម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍សម្រាប់ទិន្នន័យ Trend

ម៉ូដែល Time Series ជាម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍ដែលពឹងផ្អែកទាំងស្រុងទៅលើតម្លៃបច្ចុប្បន្ន និង អតីតកាលនៃអថេរមួយ ដើម្បីព្យាករណ៍តម្លៃទៅអនាគត។ ការសន្មតរបស់ម៉ូដែលព្យាករណ៍ Time Series គឺទិន្នន័យពីអតីតកាលជាសូចនាករព្យាករណ៍ដ៏ល្អពីអនាគត ហេតុនេះម៉ូដែលនេះធ្វើការសង្កេតពីលំនាំទិន្នន័យ (Data Pattern) ពីពេលអតីតកាលនៃទិន្នន័យ ហើយយក លំនាំ (Pattern) និងសំណុំនៃទិន្នន័យពីអតីតកាលមកធ្វើ

[15] John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting, 9th edition, page 64-65

[16] John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting, 9th edition, page 68

ការព្យាករណ៍ទៅអនាគត។ ម៉ូដែល Time Series មានសារៈប្រយោជន៍ខ្លាំងក្នុងការជ្រើសរើសមកធ្វើការព្យាករណ៍នៅពេលអ្នកព្យាករណ៍ និងអ្នកគ្រប់គ្រងមានទិន្នន័យពីអតីតកាលច្រើន និងពេលមានលំនាំទិន្នន័យដែលអាចមើលឃើញបាន ឬនៅពេលទិន្នន័យមានការប្រែប្រួលយឺត ឬទៀងទាត់។ បន្ថែមពីលើនេះទៅទៀត ម៉ូដែលនេះផ្តល់លទ្ធផលល្អបំផុតនៅពេលយកមកអនុវត្តក្នុងការព្យាករណ៍រយៈពេលខ្លី។

ម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍ Time Series ចំពោះទិន្នន័យប្រភេទ Trend មានដូចខាងក្រោម៖

១.៧.១ ម៉ូដែល Naïve

ម៉ូដែល Naive ជាម៉ូដែលព្យាករណ៍ពីអនាគតដោយផ្អែកទាំងស្រុងលើតម្លៃសង្កេតចាស់ៗពីអតីតកាលនៃអថេរដូចជា ការលក់ ប្រាក់ចំណូល ជាដើម ដើម្បីព្យាករណ៍ទៅគ្រាបន្ទាប់។ ម្យ៉ាងទៀត ម៉ូដែលនេះមិនសិក្សាពន្យល់ពីទំនាក់ទំនង និងលទ្ធផលដែលបង្កើតបានជាអថេរដែលនឹងត្រូវព្យាករណ៍ទេ។ ម៉ូដែល Naive ជាម៉ូដែល ដែលល្អប្រសើរសម្រាប់ការព្យាករណ៍រយៈពេលខ្លីរហ័សក្នុងករណីដែលលំនាំទិន្នន័យ (Data Pattern) របស់ទិន្នន័យមិនសូវមានការប្រែប្រួលពីអំឡុងពេលមួយទៅអំឡុងពេលមួយទៀត។

គុណសម្បត្តិនៃការប្រើប្រាស់ម៉ូដែល Naive គឺម៉ូដែលនេះជាវិធីសាស្ត្រក្នុងការព្យាករណ៍សាមញ្ញជាងគេក្នុងចំណោមវិធីសាស្ត្រទាំងអស់ ដែលត្រូវការតែការបញ្ចូលទិន្នន័យពីតម្លៃសង្កេតថ្មីៗដោយមិនចាំបាច់អនុវត្តន៍ការវិភាគស្ថិតិ មានភាពងាយស្រួលក្នុងការប្រើប្រាស់ មិនចំណាយច្រើនក្នុងការបង្កើតម៉ូដែលការរក្សាទុកទិន្នន័យ និងការធ្វើប្រតិបត្តិការជាដើម។[17]

ជាទូទៅអាជីវកម្មថ្មីៗច្រើនប្រឈមមុខនឹងការព្យាករណ៍ដែលមានទិន្នន័យតិចតួចក្នុងស្ថានភាពបែបនេះការព្យាករណ៍ដែលប្រើប្រាស់ម៉ូដែល Naïve គឺជាជម្រើសយ៉ាងល្អបំផុត ព្រោះក្នុងការព្យាករណ៍គេចាត់ទុកវាថាជាជម្រើសល្អមួយក្នុងជម្រើសជាច្រើន ដើម្បីប៉ាន់ស្មានពីអនាគត។

❖ លក្ខណៈខាន់ៗរបស់ម៉ូដែល Naive៖

- ងាយស្រួលប្រើ
- ចំណាយតិចបំផុត
- មានភាពរហ័ស និងងាយស្រួលរៀបចំ
- ការវិភាគទិន្នន័យមិនវិភាគធំពេក
- អាចជាជំហរមួយសម្រាប់ភាពត្រឹមត្រូវ
- ងាយស្រួលយល់។[18]

[17] Sunil Chopra & Peter (2016). Strategy Planning and Operation, 6th edition, page 191-192

[18] សាស្ត្រាចារ្យ ខឹម សារិទ្ធ ឆ្នាំ ២០១៨ សៀវភៅការគ្រប់គ្រងប្រតិបត្តិការ ទំព័រទី 287

- ចំណែកឯគុណវិបត្តិនៃម៉ូដែលនេះវិញគឺ មិនអាចផ្ដល់ភាពសុក្រិតខ្ពស់ ដូចវិធីសាស្ត្រដទៃបាន។
- ចំពោះម៉ូដែល Naïve នេះ ត្រូវបានគេបែងចែកជា ២ ម៉ូដែលដូចខាងក្រោម៖

១.៧.១.១ ម៉ូដែល Absolute Change Model (ACM)

Absolute Change Model (ACM) ជាម៉ូដែលសាមញ្ញមួយនៅក្នុង Naïve Models ដែលត្រូវបានយកមកប្រើប្រាស់ក្នុងការព្យាករណ៍ប្រភេទទិន្នន័យមានសមាសធាតុ ឬលំនាំទិន្នន័យ (Data Pattern) ជា Trend។ ដើម្បីព្យាករណ៍ទិន្នន័យប្រភេទ Trend ម៉ូដែល ACM បន្ថែមភាពខុសគ្នារវាងតម្លៃសង្កេតគ្រាបច្ចុប្បន្ននេះ និងគ្រាមុនទៅតម្លៃសង្កេតថ្មីបំផុត ដូចបង្ហាញក្នុងរូបមន្តខាងក្រោម៖

$$\hat{Y}_{t+1} = Y_t + (Y_t - Y_{t-1})$$

ដែល $\hat{Y}_{t+1}$ = តម្លៃព្យាករណ៍សម្រាប់រយៈពេលបន្ទាប់ t+1

Y_t= តម្លៃជាក់ស្តែងនៅក្នុងរយៈពេល t

១.៧.១.២ ម៉ូដែល Relative Change Model (RCM)

Relative Change Model (RCM) បង្ហាញពីការផ្លាស់ប្តូរដាច់ខាត (Absolute change) គិតជាភាគរយនៃតម្លៃដែលបានបង្ហាញនៅក្នុងរយៈពេលដំបូង។

រូបមន្តសម្រាប់ម៉ូដែលនេះគឺ៖[19]

$$\hat{Y}_{t+1} = Y_t \times \frac{Y_t}{Y_{t-1}}$$

ដែល $\hat{Y}_{t+1}$ = តម្លៃព្យាករណ៍សម្រាប់រយៈពេលបន្ទាប់ t+1

Y_t= តម្លៃជាក់ស្តែងនៅក្នុងរយៈពេល t

១.៧.២ ម៉ូដែល Moving Average

នៅក្នុងអាជីវកម្ម អ្នកគ្រប់គ្រងតែងប្រឈមនឹងស្ថានភាពផ្សេងៗដែលតម្រូវឱ្យ មានការធ្វើការព្យាករណ៍រាល់ថ្ងៃ រាល់សប្តាហ៍ ឬរាល់ខែទៅលើការផលិត ការលក់ ឬសន្និធិដែលមានទំនិញជាច្រើនមុខ។ អ្នកគ្រប់គ្រងត្រូវពឹងផ្អែកលើវិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍សម្រាប់ រយៈពេលដែលសាមញ្ញ ងាយរហ័ស និងមិនចំណាយច្រើនក្នុងការព្យាករណ៍។ ដូច្នេះម៉ូដែល Moving Averages ជាម៉ូដែលដែលអាចជ្រើសរើសមកព្យាករណ៍ក្នុងស្ថានភាពទាំងនេះ។[20]

[19] John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting, 9th edition, page 109-110

[20] John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting, 9th edition, page 111

Moving Average គឺជាវិធីសាស្ត្រមួយ ដែលគណនាតម្លៃមធ្យមចំនួនមួយ នៃតម្លៃពិតប្រាកដថ្មីៗ ដែលបានធ្វើបច្ចុប្បន្នភាពជាតម្លៃថ្មីក្លាយជាអាចប្រើបាន។ ម៉ូដែល Moving Average ដែលអាចយកមកព្យាករណ៍ទិន្នន័យ Trend គឺ Double Moving Average (DMA)។

ម៉ូដែល Double Moving Average (DMA)

វិធីសាស្ត្រមួយ នៃការព្យាករណ៍ទិន្នន័យ time series ដែលមាន Trend Linear គឺប្រើប្រាស់ Double Moving Average។ ឈ្មោះរបស់វិធីសាស្ត្រនេះបង្កប់នូវអត្ថន័យថា សំណុំទី១ នៃ Moving Average ត្រូវបានគណនា ហើយបន្ទាប់មកទៀតសំណុំទី២ ត្រូវបានគណនាជា Moving Average នៃសំណុំទី១។

DMA គឺជាល្អបំផុតសម្រាប់ទិន្នន័យបែប Trend តែមិនមែនជាទិន្នន័យបែប Seasonal។

រូបមន្តខាងក្រោមបង្ហាញពីវិធីគណនារកតម្លៃព្យាករណ៍តាម (DMA) ដូចតទៅៈ[21]

- M_t ជា Moving Average ទីមួយពី Y_t

$$M_t = \hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \cdots + Y_{t-k+1}}{k}$$

- M'_t ជា Moving Average ទីពីរពី M_t

$$M'_t = \frac{M_t + M_{t-1} + \cdots + M_{t-k+1}}{k}$$

- មេគុណនៃសមីការលីនេអ៊ែរ (Coefficients of Linear Equation)

$$a_t = 2M_t + M'_t$$
$$b_t = \frac{2}{k-1}(M_t - M'_t)$$

- សមីការនៃការព្យាករណ៍ទៅគ្រាបន្ទាប់

$$\boxed{\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_t p}$$

ដែល $\hat{Y}_{t+p}$ =តម្លៃព្យាករណ៍

Y_t =តម្លៃជាក់ស្តែងក្នុងរយៈពេល t

k = ចំនួនរយៈពេលក្នុង Moving Average (number of periods in moving average)

p = ចំនួននៃរយៈពេលទៅខាងមុខដែលនឹងត្រូវព្យាករណ៍

១.៧.៣ ម៉ូដែល Exponential Smoothing

Exponential Smoothing គឺជាវិធីសាស្ត្រនៃការព្យាករណ៍បម្រែបម្រួលមធ្យម ដែលវាស់វែងទំហំរបស់ទិន្នន័យកន្លងមកតាមចរិតលក្ខណៈរបស់ស្វ័យគុណ ហេតុដូចនេះទិន្នន័យថ្មីបំផុតមានទំហំធំជាងមុននៅក្នុងប

[21] John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting, 9th edition, page 117-118

ប្រែប្រួលមធ្យម។ ទិន្នន័យថ្មីៗកាន់តែច្រើន វាកាន់តែមានទម្ងន់ធ្ងន់នៅក្នុងវិធីសាស្ត្រ Exponential smoothing។ ខណៈពេលដែលវិធីសាស្ត្រនេះច្រើនតែពិចារណាលើរយៈពេលវែងនៃការព្យាករណ៍ វាជាការឆ្លាតវៃក្នុងការថ្លឹងថ្លែងទិន្នន័យថ្មីៗឱ្យកាន់តែធ្ងន់ ដោយសារតែវាមានតម្រូវការអ្នកប្រើប្រាស់បច្ចុប្បន្ន។ វិធីសាស្ត្រនេះមានភាពពេញនិយមសម្រាប់ការព្យាករណ៍រយៈពេលខ្លីដោយអ្នកព្យាករណ៍។ អត្ថប្រយោជន៍នៃវិធីសាស្ត្រនេះ គឺការព្យាករណ៍មានភាពត្រឹមត្រូវ និងអាចទុកចិត្តបាន ហើយងាយស្រួលក្នុងការប្រើប្រាស់៖[22]

១.៧.៣.១ ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing (DES)

Double Exponential Smoothing (DES) ជាវិធីសាស្ត្របំលែងអិចស្ប៉ូណង់ស្យែលទ្វារដង ដែលប្រើសមាសធាតុកម្រិត និងសមាសធាតុ Trend តាមដំណាក់កាលនិមួយៗ។ វិធីសាស្ត្រនេះត្រូវបានគេចាត់ទុកថាអាចទុកចិត្តបាន ជាងមុនសម្រាប់ការវិភាគទិន្នន័យដែលបង្ហាញពី Trend។

ដើម្បីព្យាករណ៍ទៅអនាគតតាមម៉ូដែល DES ត្រូវអនុវត្តតាមរូបមន្តខាងក្រោម៖

- គណនា Exponential Smoothing ទីមួយ

$$S_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)S_{t-1}$$

- គណនា Exponential Smoothing ទីពីរ

$$S'_t = \alpha S_t + (1-\alpha)S'_{t-1}$$

- រកមេគុណនៃសមីការលីនេអ៊ែរ (Coefficient of Linear Equation)

$$a_t = 2S_t - S'_t$$
$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S_t - S'_t)$$

- បង្កើតសមីការព្យាករណ៍

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_t p$$

ដែល $\hat{Y}_{t+p}$ = តម្លៃព្យាករណ៍សម្រាប់រយៈពេល p ទៅអនាគត

Y_t = តម្លៃជាក់ស្តែងនៅក្នុងរយៈពេល t

p = ចំនួនរយៈពេលទៅខាងមុខដែលនឹងត្រូវព្យាករណ៍

α = Smoothing Constant ($0 < \alpha < 1$)

***<u>កំណត់សម្គាល់៖</u> ចំពោះ Smoothing Constant (α) តម្លៃ α ដែលល្អបំផុត គឺជាតម្លៃដែលធ្វើឱ្យមានលម្អៀង (Error) តូចជាងគេក្នុងការព្យាករណ៍៖[23]

[22] John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting, 9th edition, page 134

[23] John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting, 9th edition, page 116-118

១.៧.៣.២ ម៉ូដែល Holt's Method of Exponential Smoothing (HES)

វិធីសាស្ត្រ Holt's Method of Exponential Smoothing (HES) ជាម៉ូដែលព្យាករណ៍ទិន្នន័យ Trend របស់ទិន្នន័យ Times Series។ វិធីសាស្ត្រនេះ គឺស្រដៀងគ្នាទៅនឹងវិធីព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្រ DES ដែរ ដោយមានភាពខុសគ្នាពី DES គឺថា HES ធ្វើឱ្យទិន្នន័យ Trend និងចំណោទខ្សែកោងក្នុងទិន្នន័យ Time Series មានភាពរលូន ដោយប្រើ Smoothing Constant ពីរផ្សេងគ្នា (α និង β) នៅក្នុងវិធីសាស្ត្រធ្វើឱ្យមានភាពរលូន។ គុណសម្បត្តិនៃវិធីសាស្ត្រនេះគឺ វាមានភាពបត់បែន ក្នុងការជ្រើសរើសអាត្រា ដែលកំណត់ និង Trend ដែលត្រូវបានតាមដាន។

រូបមន្តចំនួនបីដែលត្រូវបានប្រើក្នុងវិធីសាស្ត្រ HES គឺ៖

- The Exponentially Smoothed Series or Current Level Estimate

$$L_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

- The Trend Estimate

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$$

- សមីការព្យាករណ៍សម្រាប់រយៈពេល p ទៅអនាគត

$$\boxed{\hat{Y}_{t+p} = L_t + pT_t}$$

ដែល L_t = the new smoothed value (estimate of current level)

α = តម្លៃ smoothing constant for the level ($0 < \alpha < 1$)

Y_t = ជាតំលៃសង្កេតថ្មី ឬតម្លៃជាក់ស្តែងនៅក្នុងរយៈពេល t

β = តម្លៃ smoothing constant for the trend estimate ($0 < \beta < 1$)

T_t = the trend estimates

p = រយៈពេលដែលនឹងត្រូវព្យាករណ៍ទៅអនាគត

$\hat{y}_{t+p}$ = តម្លៃព្យាករណ៍សម្រាប់រយៈពេល p ទៅពេលអនាគត

***<u>កំណត់សម្គាល់៖</u> ចំពោះ Smoothing Constant (α និង β) តម្លៃ α និង β ដែលល្អបំផុត គឺជាតម្លៃដែលធ្វើឱ្យមានលម្អៀង (Error) តូចជាងគេក្នុងការព្យាករណ៍៖[24]

១.៧.៤ ម៉ូដែល Autoregressive (AR)

ម៉ូដែល Autoregressive ជាវិធីសាស្ត្រមួយ ដែលតែងតែត្រូវបានគេនិយមប្រើប្រាស់ជាទូទៅក្នុងវិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍ Time Series Forecasting ជាពិសេសសម្រាប់ព្យាករណ៍ទិន្នន័យ Time Series ដែល

[24] J ohn E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting, 9th edition, page 126-128

មាន Autocorrelation។ ម៉ូដែល Autoregressive ជាវិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍ដែលបង្ហាញតម្លៃព្យាករណ៍នៃអថេរជាអនុគមន៍នៃតម្លៃពីមុនៗនៃអថេរនោះ។ ម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់ទីមួយ AR (1) សំដៅទៅលើទំនាក់ទំនងរវាងតម្លៃនៃអថេរតៗគ្នានៅក្នុងទិន្នន័យ Time Series។ ម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់ទីពីរ AR (2) សំដៅដល់ទំនាក់ទំនងរវាងតម្លៃនៃអថេរដែលនៅឃ្លាតពីគ្នាពីរអំឡុងពេល។ ម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់ទី p សំដៅដល់ទំនាក់ទំនងរវាងតម្លៃនៃអថេរដែលនៅឃ្លាតពីគ្នា p អំឡុងពេល។[25]

រូបមន្ត Autoregressive Model លំដាប់ទីមួយ AR (1)៖

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

រូបមន្ត Autoregressive Model លំដាប់ទីពីរ AR (2)៖

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t$$

រូបមន្ត Autoregressive Model លំដាប់ទី p AR (p)៖

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \cdots + \beta_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

ដែល Y_t = the response (dependent) variable at time *t*

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-3}$ = the response variable at time lags *t-1, t-2, ..., t-p* respectively (Independent variable)

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_3$ = the coefficient to be estimated

ε_t= the error term at time *t*

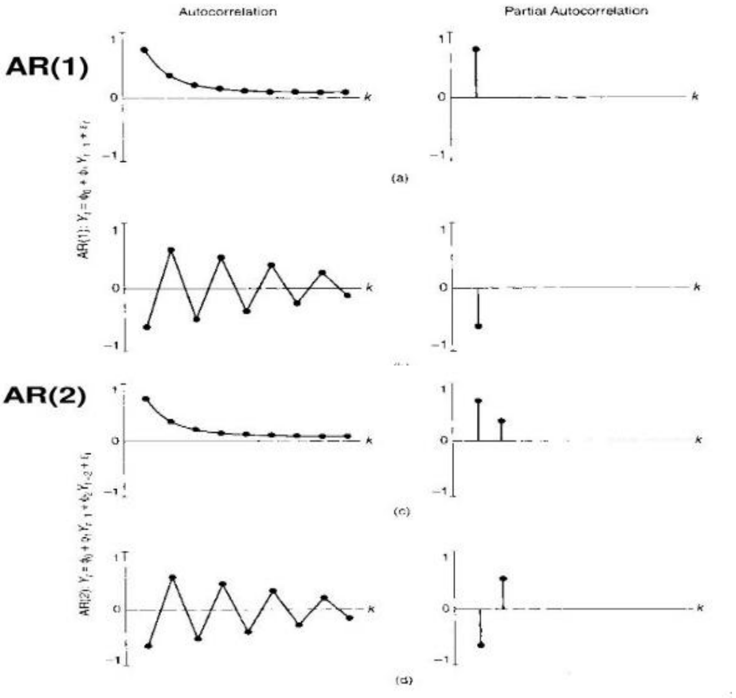
១.៧.៤.១ ការជ្រើសរើសលំដាប់នៃម៉ូដែល Autoregressive តាម PACF

ដើម្បីជ្រើសរើសលំដាប់នៃម៉ូដែល Autoregressive ដែលសមស្របសម្រាប់ការព្យាករណ៍ ចាំបាច់ត្រូវធ្វើការសិក្សាវិភាគទៅលើ Partial Autocorrelation Function (PACF)។ PACF គឺត្រូវបានគេសន្និដ្ឋានថាជាមេគុណល្អជាងគេក្នុងការកំណត់លំដាប់នៃ AR models ថាតើ AR (1) ឬ AR (2) ឬ AR (*p)* ដទៃទៀតផ្តល់ការព្យាករណ៍ល្អសម្រាប់ទិន្នន័យនៃអថេរដែលយើងចង់ព្យាករណ៍។

ជំហានដំបូងក្នុងការកំណត់លំដាប់នៃម៉ូដែល Autoregressive គឺត្រូវគណនារកតម្លៃ PACF តាមកម្មវិធី Software ដូចជា Minitab ហើយសំណុំនៃតម្លៃ PACF គឺនៅរវាងតែ -1 និង +1 តែប៉ុណ្ណោះ។ ជំហានទីពីរ គឺត្រូវយកតម្លៃ PACF ដែលបានមកពីការគណនាតាម Software ទៅធៀបនឹង Pattern នៃ PACF ដែលបានបង្ហាញដូចក្នុងរូបភាពដូចខាងក្រោម៖

[25] Mark L. Berenson & David M. Levine & Timothy C. Krehbiel (2012). Basic Statistics: Concepts and Application, 12th edition, page 684

រូបភាពទី១.៩៖ Autocorrelation and Partial Autocorrelation Coefficients for AR (1) និងAR (2)



Autocorrelation and Partial Autocorrelation Coefficients of AR (1) and AR (2) Models.

***<u>កំណត់សម្គាល់</u>៖ គួរបញ្ជាក់ផងដែរថា ម៉ូដែល AR ត្រូវបានប្រើក្នុងការព្យាករណ៍នៅពេលលំនាំទិន្នន័យ (Data Pattern) របស់ទិន្នន័យ មានមេគុណ Autocorrelation Coefficient ខិតទៅរកសូន្យបន្តិចម្តងៗ និងតម្លៃមេគុណ Partial Autocorrelation Function (PACF) ធំ ហើយយូរទៅៗកាន់តែតូចទៅខិតទៅរកសូន្យ។ យោងតាមរូបភាពទី១.៨ (a) និង(b) ដែលបង្ហាញពី Pattern នៃ Autocorrelation Function និង Partial Autocorrelation Function សម្រាប់ AR(1) និង រូបភាពទី១.៨ (c) និង(d) ដែលបង្ហាញពី Pattern នៃ Autocorrelation Function និង Partial Autocorrelation Function សម្រាប់ AR(2) យើងសង្កេតឃើញថា Pattern នេះ៖

- AR (1) មានមេគុណ ACF ជាដំបូងមានតម្លៃធំ តែយូរៗទៅមានតម្លៃតូចខិតទៅសូន្យបន្តិចម្តងៗ ចំណែកឯមេគុណ PACF មានតម្លៃធំនៅ Time Lag ទី១ ហើយធ្លាក់ចុះទៅរកសូន្យបន្ទាប់ពី Time Lag ទី១។
- AR (2) មានមេគុណ ACF ជាដំបូងមានតម្លៃធំ តែយូរៗទៅមានតម្លៃតូចខិតទៅសូន្យបន្តិចម្តងៗ ចំណែកឯមេគុណ PACF ធ្លាក់ចុះដល់សូន្យបន្ទាប់ពី Time Lag ទី២។

***<u>កំណត់សម្គាល់</u>៖ Pattern ដែលមានទម្រង់បែបនេះនឹងបន្តទៅម៉ូដែល AR លំដាប់ទី *p*, AR (*p*) តទៅទៀត។

ហេតុដូចនេះហើយ AR (1) ត្រូវបានប្រើនៅពេល PACF មានតម្លៃខ្ពស់ជាងគេនៅ Time Lag ទីមួយ បន្ទាប់ពី Time Lag ទី១ PACF ធ្លាក់ចុះទៅរកសូន្យបន្តិចម្តង ដូចក្នុងរូបភាពទី១.៨ (a) និង(b)។ AR (2) ត្រូវបាន

ប្រើនៅពេលមេគុណ PACF ធ្លាក់ចុះទៅរកសូន្យបន្ទាប់ពី Time Lag ទី២ ដូចក្នុងរូបភាពទី១.៨ (c) និង (d)។[26]

១.៧.៤.២ ការត្រួតពិនិត្យលើលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀង

ដើម្បីអាចយកម៉ូដែល AR(1) ទៅព្យាករណ៍ពីប្រាក់ចំណូលនៅអនាគតបាន ជាការចាំបាច់តម្រូវឱ្យមានការត្រួតពិនិត្យទៅលើលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀង។ ការត្រួតពិនិត្យទៅលើលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀងមានសារៈសំខាន់ជាខ្លាំង ដើម្បីឱ្យអ្នកព្យាករណ៍ដឹងថា ម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍នោះបានប្រើប្រាស់ព័ត៌មានដែលមាននៅក្នុងទិន្នន័យបានគ្រប់គ្រាន់ឬទេ។ ម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍ដែលល្អ គឺអាចព្យាករណ៍ទៅអនាគតបានល្អ និងផ្តល់នូវលម្អៀង (Residuals) បំពេញលក្ខខណ្ឌទាំង ៣ រួមមាន៖

១. លម្អៀង (Residuals) មានភាពណរម៉ាល់ (Normal)

២. លម្អៀង (Residuals) មានវ៉ារ្យង់មានតម្លៃថេរស្មើគ្នា ដែលត្រូវបានគេកំណត់ថាជា Homoscedasticity

៣. លម្អៀង (Residuals) ពីមួយឆ្នាំទៅមួយឆ្នាំ គឺមានភាពឯករាជ្យ (Independent)

វិធីសាស្ត្រដើម្បីធ្វើតេស្តត្រួតពិនិត្យទៅលើលក្ខខណ្ឌទាំងបីខាងលើនេះ មានដូចទៅ៖

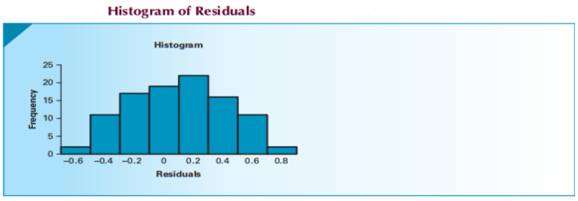
- វិធីសាស្ត្រដើម្បីធ្វើតេស្តត្រួតពិនិត្យភាពណរម៉ាល់ (Normality) នៃលម្អៀង (Residuals) គឺតាមវិធីសង់អ៊ីស្តូក្រាម (Histogram)។
- វិធីសាស្ត្រដើម្បីធ្វើតេស្តត្រួតពិនិត្យថាតើលម្អៀង (Residuals) មានវ៉ារ្យង់ថេរស្មើគ្នាឬទេ (Homoscedasticity) គឺយើងត្រូវសង់ដ្យាក្រាមចំណុច (Scatter Diagram) ដែលមាន អ័ក្សអាប់ស៊ីសតាងឱ្យតម្លៃព្យាករណ៍នៃ y ដែលកំណត់ថាជា ($\hat{y}$) និងអ័ក្សអរដោនេតាងឱ្យលម្អៀង (Residuals)។
- វិធីសាស្ត្រដើម្បីធ្វើតេស្តត្រួតពិនិត្យថា តើលម្អៀង (Residuals) មានភាពឯករាជ្យទេ គឺតាមការសង់ក្រាបបន្ទាត់ (Line Chart) ដែលមានអ័ក្សអាប់ស៊ីសតាងឱ្យពេល (Time Period) និង អ័ក្សអរដោនេតាងឱ្យលម្អៀង (Residuals)។

ក្នុងរូបភាពខាងក្រោមជាឧទាហរណ៍មួយ ដែលបង្ហាញពីលម្អៀង (Residuals) បំពេញគ្រប់លក្ខខណ្ឌចាំបាច់ទាំងបី។ រូបភាពទី ១.៩ បង្ហាញថាលម្អៀង (Residuals) មានភាពណរម៉ាល់។ រូបភាពទី ១.១០ ចង្អុលបង្ហាញថាលម្អៀង (Residuals) ជា Homoscedasticity និង រូបភាពទី ១.១១ បង្ហាញលម្អៀង (Residuals) មានភាពឯករាជ្យ។[27]

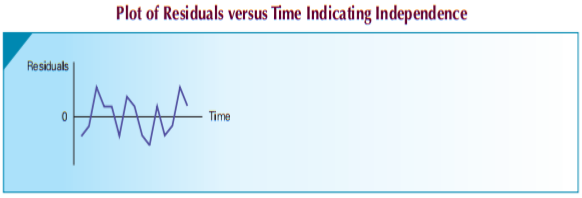
[26] John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting, 9th edition, page 401-405

[27] Gerald Keller (2014). Statistics for Management and Economics, page 668-670

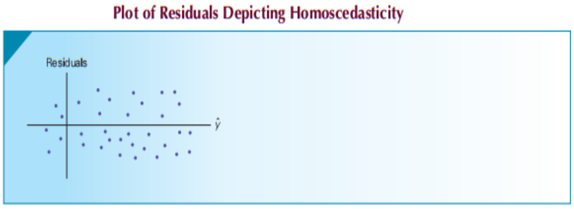
រូបភាពទី១.១០៖ អ៊ីស្តូក្រាមនៃ Residual ដែលមានភាពណរម៉ាល់



រូបភាពទី១.១១៖ ក្រាបបង្ហាញថាលម្អៀង (Residuals) ជា Homoscedasticity



រូបភាពទី១.១២៖ ក្រាបបង្ហាញពីលម្អៀង (Residuals) មានភាពឯករាជ្យ



១.៨. ការវាស់វែងលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍

តាមរយៈអត្ថន័យនៃ ការព្យាករណ៍ គឺជាការប៉ាន់ស្មានមួយ ដូច្នេះលទ្ធផលនៃការប៉ាន់ស្មានតែងតែទទួលបានភាពមិនត្រឹមត្រូវមួយរយភាគរយ។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ការព្យាករណ៍ដែលប្រើប្រាស់ម៉ូដែលត្រឹមត្រូវក៏មិនអាចធ្វើអោយលទ្ធផលនៃការព្យាករណ៍ទទួលបានភាពល្អឥតខ្ចោះដដែល ក៏ប៉ុន្តែ វាអាចធ្វើអោយការព្យាករណ៍មានកម្រិតជឿជាក់កាន់តែខ្ពស់។ លើសពីនេះ ការជ្រើសរើសម៉ូដែលមកធ្វើការព្យាករណ៍ គឺជាកត្តាដ៏សំខាន់មួយទៀត ពីព្រោះតម្លៃលម្អៀងរវាង (Error) តម្លៃជាក់ស្តែង និងតម្លៃនៃការព្យាករណ៍នៃម៉ូដែលនីមួយៗតែងតែមានភាពខុសគ្នានៃ។

ដើម្បីជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលល្អជាងគេយកមកព្យាករណ៍ គឺតម្រូវយើងធ្វើការប្រៀបទៅលើតម្លៃលម្អៀងរបស់ម៉ូដែលនីមួយតាមរយៈវិធីសាស្ត្រមួយចំនួន។ បន្ថែមពីលើនេះ លម្អៀង ដែលមានតម្លៃកាន់តែតូចមានន័យថា ម៉ូដែលដែលយកមកប្រើ គឺជាម៉ូដែល ដែលល្អបំផុត ដើម្បីយកមកធ្វើការព្យាករណ៍។ បញ្ជាក់បន្ថែម ការព្យាករណ៍ដែលមានភាពត្រឹមត្រូវកាន់តែខ្ពស់ មានសារៈសំខាន់ណាស់ ដើម្បីបង្កើននូវទំនុកចិត្ត និងការប្រើប្រាស់យុទ្ធសាស្ត្រឱ្យ ចំគោលដៅ និងអាចជួយលុបបំបាត់ការបរាជ័យ ឬការបាត់បង់ដែលអាចកើតមាន មុន

ពេលកើតឡើង។ យើងអាចធ្វើការប៉ាន់ស្មាន និងវាស់វែងលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍នីមួយៗបាន តាមការប្រើប្រាស់រូបមន្តដូចខាងក្រោម៖[28]

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t$$

ដែល Y_t = តម្លៃជាក់ស្តែងក្នុងរយៈពេល t

$\hat{Y}_t$= តម្លៃព្យាករណ៍សម្រាប់រយៈពេល t

e_t = លម្អៀងនៃការព្យាករណ៍ក្នុងរយៈពេល t

វិធីសាស្ត្រជាច្រើនដែលបានយកមកធ្វើការវាស់វែងលម្អៀងសម្រាប់ម៉ូដែលនីមួយៗមានដូចជា Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Squared Error (MSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE) Mean Percentage Error (MPE), និង Square Root of the MSE (RMSE)។ វិធីសាស្ត្រទាំងប្រាំខាងលើនេះត្រូវបានយកមកវិភាគក្នុងការសិក្សាទៅលើលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍ ក្នុងគោលបំណង៖

- ប្រៀបធៀបភាពត្រឹមត្រូវរវាង ម៉ូដែលព្យាករណ៍ពីរ ឬច្រើនផ្សេងគ្នា
- វាស់វែងពីគុណប្រយោជន៍ និងភាពដែលអាចជឿទុកចិត្តបាន
- ជួយជ្រើសរើសរកម៉ូដែលព្យាករណ៍ដែលល្អជាងគេបំផុត។

១.៨.១ មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀង Mean Absolute Deviation (MAD)

វិធីសាស្ត្រមួយសម្រាប់ការវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍គឺ Mean Absolute Deviation (MAD)។ វិធីសាស្ត្រ Mean Absolute Deviation (MAD) វាស់ភាពត្រឹមត្រូវនៃការព្យាករណ៍ដោយប្រើមធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតរបស់លម្អៀង។រូបមន្តរបស់ MAD៖[29]

$$\text{MAD} = \frac{\sum_{t=1}^{n} |e_t|}{n}$$

ដោយ t= រយៈពេល

n= ចំនួននៃលម្អៀង

១.៨.២ មធ្យមនៃការេលម្អៀង Mean Squared Error (MSE)

Mean Squared Error (MSE) គឺជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងពីលម្អៀងបន្ទាប់ ដោយយកលម្អៀងនីមួយៗទៅលើកជាការេ ហើយបូកការេនៃភាពលម្អៀងទាំងនោះ រួចចែកនឹងចំនួននៃតម្លៃលម្អៀង។

---

[28] John E. Hanke & Dean Wichern (2014). Business Forecasting, 9th edition, page 82

[29] John E. Hanke & Dean Wichern (2014). Business Forecasting, 9th edition, page 82.

រូបមន្តរបស់ MSE គឺ៖[30]

$$\text{MSE} = \frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t^2)}{n}$$

១.៨.៣ ឫសការេនៃមធ្យមនៃការេលម្អៀង Square Root of the MSE (RMSE)

វិធីសាស្ត្រមួយផ្សេងទៀតនោះគឺ Square Root of the MSE (RMSE) គឺជាឫសការេនៃមធ្យមផលបូកការេទៅលើតម្លៃនៃលម្អៀង ក៏ត្រូវបានប្រើប្រាស់ដើម្បីវាស់ពីភាពត្រឹមត្រូវនៃម៉ូដែលព្យាករណ៍មួយ ដោយប្រើឫសការេនៃ MSE។ រូបមន្តរបស់ RMSE គឺ[31] ៖

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n} e_t^2}{n}}$$

១.៨.៤ មធ្យមនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ Mean Percentage Error (MPE)

វិធីសាស្ត្រ Mean Percentage Error (MPE) គឺជាការគណនាជាមធ្យមផលបូកនៃផលធៀបរបស់លម្អៀង និង តម្លៃជាក់ស្តែងទាំងអស់ គិតជាភាគរយ។ រូបមន្តរបស់MPE គឺ៖[32]

$$\text{MPE} = \frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t/Y_t)}{n}$$

១.៨.៥ មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ MAPE

វិធីសាស្ត្រមួយវិញទៀតគឺ Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ដែលស្រដៀងគ្នាទៅនឹងវិធីសាស្ត្រ MAD ប៉ុន្តែវិធីសាស្ត្រនេះ គឺបង្ហាញពីតម្លៃនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ។ រូបមន្តរបស់MAPE គឺ៖[33]

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^{n}|e_t|/Y_t}{n}$$

សរុបមកវិញ បន្ទាប់ពីធ្វើការសម្រេចចិត្តជ្រើសរើសនូវម៉ូដែល ដែលសមស្របសម្រាប់ប្រភេទទិន្នន័យតាមរយៈស្តង់ដារនៃការព្យាករណ៍រួចមកហើយ យើងក៏ត្រូវធ្វើការប្រៀបធៀបវាងតម្លៃនៃលម្អៀងរបស់ម៉ូដែលនីមួយៗនោះផងដែរ។ ការគណនាតាមរយៈវិធីសាស្ត្រដែលបានរៀបរាប់ដូចខាងលើ គឺក្នុងគោលបំណង ដើម្បីជ្រើសរើសនូវម៉ូដែល ដែលអាចផ្តល់នូវការជឿជាក់កាន់តែខ្ពស់ ឬមានលម្អៀង (Error) តូចជាងគេ។

---

[30] John E. Hanke & Dean Wichern (2014). Business Forecasting, 9th edition, page 82.

[31] John E. Hanke & Dean Wichern (2014). Business Forecasting, 9th edition, page 82-83.

[32] John E. Hanke & Dean Wichern (2014). Business Forecasting, 9th edition, page 83.

[33] John E. Hanke & Dean Wichern (2014). Business Forecasting, 9th edition, page 83.

១.៩ ការជ្រើសរើសម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍

ជាទូទៅ ក្នុងដំណើរការនៃការព្យាករណ៍តាមរយៈវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ ដែលជាវិធីសាស្ត្រគណនាតាមបែបគណិតវិទ្យា ដោយប្រើប្រាស់នូវម៉ូដែលណាមួយដែលសមស្រប។ ក្នុងវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ មានម៉ូដែលជាច្រើន ដែលត្រូវបានរកឃើញដោយអ្នកវិទូផ្សេងៗគ្នា ដែលជាហេតុ តម្រូវអោយអ្នកព្យាករណ៍គ្រប់រូប ត្រូវសិក្សាពីការប្រើប្រាស់ម៉ូដែលនីមួយៗអោយបានត្រឹមត្រូវ ពីព្រោះម៉ូដែលនីមួយៗអាចប្រើប្រាស់បាន គឺអាស្រ័យទៅលើប្រភេទទិន្នន័យដែល អ្នកព្យាករណ៍មានបំណងក្នុងការព្យាករណ៍។ ទោះបីជាយ៉ាងណាក៏ដោយ ប្រភេទទិន្នន័យមួយ អាចនឹងមានម៉ូដែលសមស្របលើសពីពីរ ឧទាហរណ៍ សម្រាប់ប្រភេទទិន្នន័យបែប Trend មានម៉ូដែលសមស្របមួយចំនួន ដូចជា Absolute Change Model (ACM), Relative Change Model (RCM), Double Moving Average (DMA), Double Exponential Smoothing (DES), Holt's Method of Exponential Smoothing(HES), Autoregressive (AR) និងម៉ូដែល ARIMA ជាដើម។

សរុបមកវិញ ដើម្បីធ្វើការជ្រើសរើសម៉ូដែលអោយបានត្រឹមត្រូវក្នុងការវិភាគ ប៉ាន់ស្មាន ឬព្យាករណ៍ អោយទទួលបាននូវលទ្ធផលល្អ យើងគួរគប្បីគោរពតាម ដំណាក់កាលៗនៃវិធីសាស្ត្រដូចខាងក្រោម៖

១. កំណត់ពីគោលបំណង និងគោលដៅនៃការព្យាករណ៍ឱ្យបានច្បាស់លាស់

២. ជ្រើសរើសគំរូទ្រឹស្តីណាដែលពាក់ព័ន្ធ

៣. ការប្រមូលទិន្នន័យ

៤. ការវិភាគទិន្នន័យ

៥. កំណត់ពីរយៈពេល (វែង ឬ ខ្លី) ដែលនឹងត្រូវព្យាករណ៍

៦.ជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលសមស្របមកធ្វើការប៉ាន់ស្មាន

៧.ធ្វើការវាយតម្លៃ និងធ្វើតេស្តសាកល្បងម៉ូដែល ដែលបានជ្រើសរើស ទៅតាមប្រភេទទិន្នន័យ

៨.ប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀង ដើម្បីធ្វើការវាយតម្លៃម៉ូដែលដែលមាន Error ដែលតូចជាងគេ

៩.ប្រៀបធៀបតម្លៃលម្អៀង (Error) នៃការការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែលនីមួយៗ តម្លៃដែលតូចបំផុតសន្មត់ថាជាម៉ូដែល ដែលល្អប្រសើរសម្រាប់ធ្វើការព្យាករណ៍១០.ធ្វើសេចក្តីសម្រេចក្នុងការជ្រើសម៉ូដែលដែលល្អជាងគេបំផុតមកធ្វើការព្យាករណ៍ បង្កើតការតាមដាននិងត្រួតពិនិត្យនូវលទ្ធផលម៉ូដែលដែលបានជ្រើសរើសនោះ។[34]

[34] J. Holton Wilon & Barry Keating (2009). 6th edition, page 56-59.

ជំពូកទី២

ស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM

(International Business Machines)

ជំពូកទី២

ស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុនIBM

ក្រុមហ៊ុន IBM គឺជាប្រធានសាជីវកម្មប្រឹក្សាយោបល់ផ្នែកកុំព្យូទ័រ បច្ចេកវិទ្យា និងព័ត៌មានវិទ្យារបស់សហរដ្ឋអាមេរិច ដែលមានមូលដ្ឋាននៅទីក្រុងញូវយ៉ក ដែលបង្កើតឡើងដោយលោក Thomas J.Watson Sr ហើយវាគឺជាក្រុមហ៊ុនបច្ចេកវិទ្យាដ៏ធំបំផុតរបស់ពិភពលោក និងមានតម្លៃបំផុតចំណាត់ថ្នាក់ទីពីរ ដោយម៉ាក់យីហោពិភពលោក ហើយបច្ចុប្បន្នក្រុមហ៊ុននេះមានសាខាជាង ៩៧ ប្រទេសជុំវិញពិភពលោក។ ក្រុមហ៊ុននេះផលិតនិងលក់ Hardware, Software ,ផ្តល់សេវាហេដ្ឋារចនាសម្ព័ន្ធ និងសេវាប្រឹក្សាយោបល់នៅក្នុងផ្នែកជាច្រើនចាប់ពីកុំព្យូទ័រ mainframe រហូតដល់បច្ចេកវិទ្យាណាណូ ហើយទទួលបានជោគជ័យយ៉ាងខ្លាំងក្នុងការលក់កុំព្យូទ័រសម្រាប់ធ្វើពាណិជ្ជកម្ម។

២.១ ប្រវត្តិរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM

IBM (International Business Machine) គឺជាក្រុមហ៊ុនអេឡិចត្រូនិចដ៏ធំមួយក្នុងពិភពលោក ដោយក្រុមហ៊ុននេះមានភាពល្បីល្បាញដោយសារផលិតផលប្រើប្រាស់ក្នុងការិយាល័យដូចជា អង្គលីលេខ ម៉ាស៊ីនគិតលេខ កុំព្យូទ័រយួរដៃ និងការរកឃើញនូវបច្ចេកវិទ្យាថ្មីៗជាដើម។ ក្រុមហ៊ុន IBM ត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយលោក Thomas J. Watson Sr ហើយក្រុមហ៊ុននេះគឺជាអ្នកនាំមុខគេខាងផ្នែកកុំព្យូទ័រដោយនៅទសវត្ស១៩៩០ ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនកើនឡើងខ្ពស់បំផុតគឺ៦៨.៩ពាន់លានដុល្លា។ កាលពីឆ្នាំ១៩១១មានក្រុមហ៊ុនបីចូលហ៊ុនគ្នាគឺ Tabulating Machine Company, Computing Scale Company និង International Time Recording Company of America ហើយបង្កើតបានក្រុមហ៊ុនថ្មីមួយឈ្មោះថា Computing Tabulating Recording Company។ នៅឆ្នាំ១៩១៤ លោក Thomas J. Watson Sr ចូលរួមក្រុមហ៊ុននេះក្នុងនាមជា CEO រហូតដល់ឆ្នាំ១៩៣៤។ ជាមួយនឹងភាពជោគជ័យក៏ដូចជាការរីកចម្រើនយ៉ាងឆាប់រហ័ស នៅឆ្នាំ ១៩២៤ គាត់សម្រេចចិត្តប្តូរឈ្មោះក្រុមហ៊ុនទៅជា International Business Machines, IBM ដោយនៅពេលនោះក្រុមហ៊ុនមានបុគ្គលិក ៤ សែននាក់ និងមានទីពិសោធន៍ចំនួន១២នៅទូទាំងពិភពលោក។

IBM ជាអ្នកធ្វើអោយមានការផ្លាស់ប្តូរនៅក្នុងពិភពកុំព្យូទ័រហើយបានធ្វើអោយដៃគូរប្រជែងជាច្រើនក្ស័យធនដោយសារផលិតផលខ្លួនផងដែរ។ អ្វីៗទាំងអស់នេះចាប់ផ្តើមឡើងដោយម៉ាស៊ីនគិតលេខរបស់ IBM ដែលបានបញ្ចេញមកក្នុងទីផ្សារនៅទសវត្ស ១៩៣០ ហើយនៅឆ្នាំ ១៩៤៤ ក្រុមហ៊ុនក៏បានបញ្ចេញកុំព្យូទ័រឈ្មោះថា Harvard Mark 1 ដែលវាមានសមត្ថភាពក្នុងការគណនាលេខដែលមានភាពស្មុគស្មាញខ្លាំង រីឯ IBM 701 EDPM ត្រូវបានគេប្រើប្រាស់នៅក្នុងការពិសោធន៍វិទ្យាសាស្ត្រ។ ក្នុងឆ្នាំជាមួយគ្នាដែរនោះលោក Robert

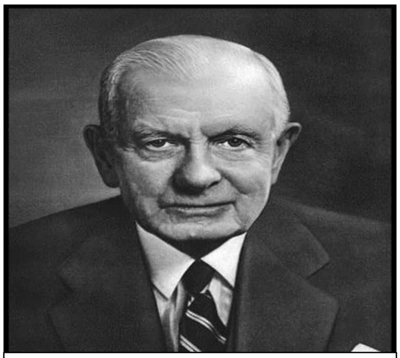
Dennard ដែលជាអ្នកស្រាវជ្រាវនៅ IBM បានបង្កើតឡើងនូវ DRAM ដែលវាមានសារៈសំខាន់ណាស់សម្រាប់ឧស្សាហកម្មកុំព្យូទ័ររហូតដល់សព្វថ្ងៃនេះ។

នៅឆ្នាំ១៩៨១ IBM ចាប់ផ្តើមផលិតកុំព្យូទ័រផ្ទាល់ខ្លួនក្រោយមានការសហការណ៍ជាមួយ Microsoft ក្នុងការផលិតកម្មវិធីអោយកុំព្យូទ័រខ្លួន តែផលិតផលនេះត្រូវបានបញ្ចប់ការផលិតនៅក្នុងខែមេសាឆ្នាំ១៩៨៧។ នៅឆ្នាំ១៩៩២ IBM ចាប់ផ្តើមបង្កើតកុំព្យូទ័រយួរដៃវិញម្តងដោយវាមានឈ្មោះថា ThinkPad ហើយក្រុមហ៊ុនដាក់លក់ដំបូងចំនួន៣ម៉ូដែល។ ThinkPad ទទួលបានការពេញនិយមយ៉ាងខ្លាំងពីសំណាក់អ្នកប្រើប្រាស់មិនថាសម្រាប់ប្រើផ្ទាល់ខ្លួន, ក្នុងក្រុមហ៊ុនធំៗ, រដ្ឋាភិបាល សូម្បីតែ NASA ក៏ប្រើប្រាស់ ThinkPad នៅក្នុងទីអវកាសផងដែរ។ ប៉ុន្តែគួរអោយស្តាយ IBM បានលក់ម៉ាក ThinkPad ទៅអោយក្រុមហ៊ុន Lenovo របស់ចិនក្នុងឆ្នាំ ២០០៤ ដោយសារខ្លួនចង់ផ្តោតទៅលើផ្នែកសេវាកម្មវិញម្តង។ IBM ក្លាយជាក្រុមហ៊ុនមួយដែលគេអោយតម្លៃនិងទុកចិត្តបំផុតនៅក្នុងវិស័យ IT។[35]

២.២ ស្ថាបនិកក្រុមហ៊ុន IBM

២.២.១ លោក Thomas J.Watson Sr

លោក Thomas J.Watson Sr ដែលមានឈ្មោះពេញថា Thomas John Watson, Sr កើតនៅថ្ងៃទី ១៧ ខែកុម្ភៈ ឆ្នាំ ១៨៧៤ នៅខេមប៉ែល ទីក្រុងញូវយ៉ក សហរដ្ឋអាមេរិច (Campbell, New York, US) ។ គាត់ គឺជាសហគ្រិនមួយរូបដ៏ជោគជ័យ និងល្បីល្បាញបំផុតនៅពាក់កណ្តាលសតវត្សទី២០ ហើយក៏គឺជាអ្នកត្រួសត្រាយផ្លូវក្នុងការអភិវឌ្ឍន៍ឧបករណ៍គណនេយ្យ និងកុំព្យូទ័រដែលប្រើប្រាស់សព្វថ្ងៃដោយអាជីវកម្ម រដ្ឋាភិបាល វិទ្យាសាស្ត្រ និងឧស្សាហកម្ម។ ម្យ៉ាងទៀត គាត់គឺជានាយកប្រតិបត្តិនៃក្រុមហ៊ុន IBM ផងដែរ ដែលជាក្រុមហ៊ុនអេឡិចត្រូនិចឈានមុខគេនៃផលិតផលប្រើប្រាស់ក្នុងការិយាល័យ។ គាត់បានសិក្សានៅសាលាពាណិជ្ជកម្ម Elmira (New York) ។ ការងារដំបូងរបស់គាត់ គឺគាត់ធ្វើការជាអ្នកលក់ ដោយដំបូងឡើយនៅក្នុងហាងលក់រាយមួយកន្លែង ហើយក្រោយមកគាត់ធ្វើការនៅក្នុងក្រុមហ៊ុនចុះសាច់ប្រាក់តូចមួយ។ នៅឆ្នាំ ១៨៩៥ គាត់បានចូលរួមជាមួយបុគ្គលិកផ្នែកលក់នៃក្រុមហ៊ុន National Cash Register Company នៅ Dayton នៅ Ohio ។ មិនត្រឹមតែប៉ុណ្ណោះ គាត់បានទទួលដំណែងជា អ្នកគ្រប់គ្រងទូទៅនៃក្រុមហ៊ុនថែមទៀតផង ដោយគាត់ទទួលបានការ



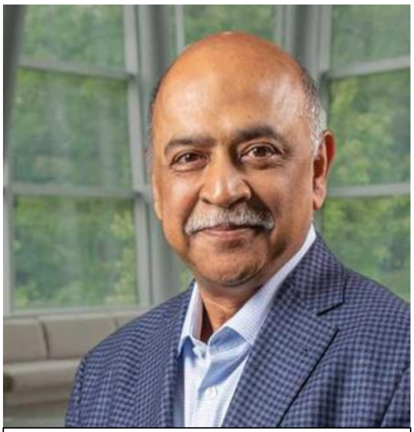
រូបភាពទី២.១៖ លោក Thomas J.Watson Sr

[35]ប៊ុនរ៉ាត់ & លីន បៃ ម៉ាណាវថង (2018). ប្រវត្តិរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM. អប្បមាទ ទំព័រទី 37

ណែនាំពីប្រធានក្រុមហ៊ុនគឺលោក John Henry Patterson ។ នៅឆ្នាំ១៩១៣ គាត់ក៏បានចាកចេញពីក្រុមហ៊ុននោះ។ នៅឆ្នាំ១៩១៤ គាត់ក៏បានក្លាយជាប្រធានក្រុមហ៊ុន Computing-Tabulating-Recording Company ដែលជាអ្នកបង្កើតប្រព័ន្ធកុំព្យូទ័រ Punch-card អគ្គិសនី និងផលិតផលផ្សេងៗទៀត។ ក្រុមហ៊ុននេះបានប្ដូរឈ្មោះទៅជា International Business Machines Corporation ក្នុងឆ្នាំ 1924។ គាត់ បានប្រមូលផ្ដុំបុគ្គលិកដែលមានការលើកទឹកចិត្តខ្ពស់ ទទួលបានការបណ្ដុះបណ្ដាលល្អ និងទទួលបានប្រាក់ខែល្អ។ គាត់បានថ្លែងសុន្ទរកថា អនុវត្តកូដសំលៀកបំពាក់ដ៏តឹងរ៉ឹង ហើយបានបង្ហោះពាក្យស្លោកដ៏ល្បីថា "គិត" នៅក្នុងការិយាល័យក្រុមហ៊ុន។ គួបផ្សំនឹងកម្មវិធីស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍន៍ដ៏ខ្លាំងក្លា កិច្ចខិតខំប្រឹងប្រែងទាំងនោះបានធ្វើឱ្យ IBM គ្រប់គ្រងទីផ្សាររបស់ខ្លួន។ គាត់ បានបន្តធ្វើពាណិជ្ជកម្មអន្តរជាតិយ៉ាងខ្លាំងក្លាក្នុងទសវត្សរ៍ឆ្នាំ 1930 និងឆ្នាំ 40 ដោយពង្រីកភាពផ្ដាច់មុខនិម្មិតរបស់ IBM នៃឧស្សាហកម្មម៉ាស៊ីនអាជីវកម្មទូទាំងពិភពលោក។

២.២.២ លោក Arvind Krishna

លោក Arvind Krishna អាយុ ៥៩ឆ្នាំ បានក្លាយជាប្រធាន និងជានាយកប្រតិបត្តិ (CEO)របស់ IBM ក្នុងឆ្នាំ ២០២០។ ក្នុងនាមជាអ្នកដឹកនាំអាជីវកម្ម និងអ្នកបច្ចេកវិទ្យា លោកបានដឹកនាំការកសាង និងពង្រីកទីផ្សារថ្មីសម្រាប់ក្រុមហ៊ុន IBM ក្នុងផ្នែកបញ្ញាសិប្បនិម្មិត, Cloud, កុំព្យូទ័រកង់ទិច, និងប្លុកឆេន។ គាត់ក៏បានដើរតួយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការអភិវឌ្ឍន៍ផលិតផល និងដំណោះស្រាយរបស់ IBM ប្រកបដោយភាពច្នៃប្រឌិតដោយផ្អែកលើបច្ចេកវិទ្យាដែលកំពុងរីកចម្រើនទាំងនេះ។[36]



រូបភាពទី២.២ ៖ លោក Arvind Krishna

លោក Arvind Krishnaកើតនៅឆ្នាំ ១៩៦២ នៅ West Godavari, រដ្ឋ Andhra Pradesh, ប្រទេសឥណ្ឌា។ លោកមានសញ្ជាតិជា ឥណ្ឌាអាមេរិចកាំង។ ឪពុករបស់លោកជា ទាហានឥណ្ឌា ខណៈដែលម្ដាយរបស់លោកធ្វើការនៅមជ្ឈមណ្ឌលកងទ័ពស្ត្រីមេម៉ាយ។ លោកបានទៅសិក្សានៅអនុវិទ្យាល័យ Stanes Anglo Indian Higher Secondary School, Coonoor, Tamil Nadu មុនពេលចូលរៀននៅ St Joseph's Academy, Dehradun ។ គាត់ទទួលបានសញ្ញាប័ត្រ BTech ផ្នែកវិស្វកម្មអគ្គិសនីពីវិទ្យាស្ថានបច្ចេកវិទ្យាឥណ្ឌា (IIT) Kanpur ជាកន្លែងដែលគាត់បានបញ្ចប់ការសិក្សានៅឆ្នាំ 1985។ បន្ទាប់មកគាត់បានបន្តការសិក្សាថ្នាក់បណ្ឌិត

[36] https://www.ibm.com/about/arvind (ចូលមើលថ្ងៃទី ៥ ខែមេសា ឆ្នាំ ២០២២)

របស់គាត់នៅសាកលវិទ្យាល័យ Illinois ទីក្រុង Urbana-Champaign ពីឆ្នាំ 1985 ដល់ឆ្នាំ 1991 ។ គាត់បានទទួលពានរង្វាន់អតីតនិស្សិតឆ្នើមពីគ្រឹះស្ថានសិក្សាជាន់ខ្ពស់ទាំងពីរថែមទៀតផង។

លោក Krishna បានចូលបម្រើការនៅក្រុមហ៊ុន IBM ក្នុងឆ្នាំ 1990 ។ លោក Krishna បានដឹកនាំអង្គភាពអាជីវកម្ម IBM Cloud និង Cognitive Software ពីឆ្នាំ 2017 ដល់ខែមេសា ឆ្នាំ 2020 និងជាស្ថាបត្យករសំខាន់នៃការទិញយក Red Hat ដែលជាការទិញដ៏ធំបំផុតនៅក្នុងប្រវត្តិសាស្ត្ររបស់ក្រុមហ៊ុននេះ។ លោក Krishna ក៏បានបម្រើការជានាយកផ្នែកស្រាវជ្រាវរបស់ IBM ពីឆ្នាំ 2015 ដល់ 2020។ ពីមុនលោកជាអ្នកគ្រប់គ្រងទូទៅនៃក្រុមហ៊ុន IBM's Systems and Technology Group ដែលជាអង្គការអភិវឌ្ឍន៍ និងផលិតរបស់ IBM ។ មុននោះ លោកបានបង្កើត និងដឹកនាំអាជីវកម្មជាច្រើនដែលទាក់ទងនឹងទិន្នន័យរបស់ IBM។ បន្ទាប់មកលោកត្រូវបានជ្រើសរើសជា ប្រធានក្រុមប្រឹក្សាភិបាល(CEO) របស់ក្រុមហ៊ុន IBM នៅខែធ្នូ ឆ្នាំ ២០២០។[37] លោកក៏បានពង្រីកអាជីវកម្មគ្រប់គ្រងព័ត៌មានរបស់ IBM រហូតដល់ 50 ភាគរយ។ លោកបានរួមចំណែកផ្នែកវិទ្យាសាស្ត្រក្នុងវិស័យបច្ចេកទេសមួយចំនួន រួមទាំងបណ្ដាញឥតខ្សែ សុវត្ថិភាព ប្រព័ន្ធ និងមូលដ្ឋានទិន្នន័យ។ លើសពីនេះទៀត លោកបានបង្កើតអាជីវកម្មផ្នែក Sofware សុវត្ថិភាពរបស់ IBM និងបានជួយបង្កើតប្រព័ន្ធឥតខ្សែពាណិជ្ជកម្មដំបូងគេរបស់ពិភពលោក(the world's first commercial wireless system)[38]។

២.៣ ទីតាំងក្រុមហ៊ុន

ក្រុមហ៊ុន IBM មានទីស្នាក់ការកណ្ដាលនៅ Armonk, New York និងមានការិយាល័យចំនួន ១៣១ កន្លែង នៅទូទាំង ៩៧ ប្រទេស។

រូបភាពទី២.៣៖ ទីតាំងរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM

---

[37] Tabalia, J. (2021, September 27). Arvind Krishna: Age, nationality, children, wife, education, salary, net worth. Briefly (ចូលមើលថ្ងៃទី ៣០ ខែឧសភា ឆ្នាំ ២០២២)

[38] https://www.ibm.com/about/arvind (ចូលមើលថ្ងៃទី២៥ ខែមិថុនា ឆ្នាំ ២០២២)

២.៤ រូបសញ្ញា និងអត្ថន័យរូបសញ្ញារបស់ក្រុមហ៊ុន IBM

២.៤.១ រូបសញ្ញា

➢ <u>ចាប់ពីឆ្នាំ ១៨៨៩ រហូតដល់ឆ្នាំ ១៩១៤</u>

- និមិត្តសញ្ញាដំបូងនេះ ត្រូវបានបង្កើតឡើងពីអក្សរកាត់នៃឈ្មោះរបស់ក្រុមហ៊ុនគឺ International Recording Company ។ ពួកគេបានរចនារូបសញ្ញាតាមរបៀបនេះ ដោយសារតែពួកគេតំណាងអោយក្រុមហ៊ុន។
    - "ITR" គឺនៅជួរមួយ
    - "Co" គឺនៅខាងក្រោម បង្កើតបានជា Platform ដើម
    - "T" ត្រូវបានពង្រីក និងមើលទៅធំជាងតួអក្សរដែលនៅជាប់គ្នា។
    - "C" ត្រូវបានពង្រីកយ៉ាងទូលំទូលាយនិងសម្រាប់ជាជំនួយ។

រូបភាពទី២.៤៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM

➢ <u>ចាប់ពីឆ្នាំ ១៨៩០ រហូតដល់ឆ្នាំ ១៩១៤</u>

- ចាប់តាំងពីក្រុមហ៊ុនបានផ្លាស់ប្តូរឈ្មោះ ក្រុមហ៊ុននេះបានសម្រេចចិត្តបង្កើតនិមិត្តសញ្ញាដាច់ដោយឡែកមួយទៀតតំណាងអោយឈ្មោះក្រុមហ៊ុន Computing Scale Company (CSCo)។ វាជាអក្សរកាត់ពណ៌ខ្មៅ ដែលរួមបញ្ចូលអក្សរធំនៃឈ្មោះ ដែល
    - "CSC" មានការរចនាយ៉ាងរលូនក្នុងទម្រង់ជា curls។

រូបភាពទី២.៥៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM

➢ <u>ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩១០ ដល់ឆ្នាំ ១៩២៤</u>

- ក្នុងកំឡុងពេលនៃការទិញយកក្រុមហ៊ុន ពួកគេបានទទួលយកការសម្រេចចិត្តដ៏សំខាន់មួយក្នុងការប្តូរនិមិត្តសញ្ញា។ ពួកគេបានប្តូរឈ្មោះទៅជា Computer Tabulating Recording Company (CTRCo) ។ និមិត្តសញ្ញាមានអក្សរ “CRCo” :
  - មាន “T” ដ៏ធំនៅពីក្រោយដែលជាអក្សរ “R”
  - នៅខាងឆ្វេងរបស់វាមានអក្សរ “C
  - ខាងស្តាំគឺ “Co”
  - អក្សរនិងការរចនាទាំងអស់គឺមានពណ៌ខ្មៅ។

រូបភាពទី២.៦៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM

➢ <u>ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩២៤ ដល់ឆ្នាំ ១៩៤៦</u>

- ក្រុមហ៊ុនបានប្តូរឈ្មោះម្តងទៀតទៅជា International Business Machines។ ក្រុមហ៊ុននេះមិនបានប្រើប្រាស់អក្សរកាត់ទេ ប៉ុន្តែជំនួសមកវិញ ពួកគេបានយកឈ្មោះរបស់ក្រុមហ៊ុនបង្កើតជានិមិត្តសញ្ញាថ្មីមួយទៀតដោយមានរាងជា ភូគោល (Globe) ដែលក្រុមហ៊ុននេះចង់ពង្រីកអាជីវកម្មរបស់ពួកគេជុំវិញពិភពលោក។
- “Business” គឺស្ថិតនៅកំពូលនៃភូគោល
- “International” បង្កើតបានជាអេក្វាទ័រ
- “Machines” ស្ថិតនៅខាងក្រោមនៃភូគោល។
- និមិត្តសញ្ញា គឺតំណាងអោយការគ្រប់ដណ្តប់ជាសាកលរបស់ក្រុមហ៊ុននេះ
- ការរចនាទាំងមូលពុម្ពអក្សរទាំងមូល គឺមានពណ៌ខ្មៅដិត sans-serit និងទំនើបជាងមុន។

រូបភាពទី២.៧៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM

➢ ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៤៦ ដល់ឆ្នាំ ១៩៥៦

- រយៈពេលនេះបាននាំមកនូវការផ្លាស់ប្តូរជាមូលដ្ឋាននៅក្នុងយុទ្ធសាស្ត្ររបស់ក្រុមហ៊ុនយក្សដ៏ជោគជ័យ។ ជាទូទៅ ការប្តូរឈ្មោះនិមិត្តសញ្ញាឡើងវិញ គឺអាចផ្តល់ផលប៉ះពាល់ដល់អត្តសញ្ញាណរបស់វា។ ហេតុនេះហើយ អ្នករចនា logo បង្កើត logo កាន់តែមានភាពសាមញ្ញជាងមុន ហើយបានប្រើអក្សរកាត់នៃ International Business Machines , IBM។

- អក្សរ IBM ត្រូវបានសរសេរនៅសងខាង។
- និមិត្តសញ្ញាមានពុម្ពអក្សរ Serif ប្រហោង ដិត។
- អ្នកបង្កើត logo បានប្រើប្រាស់ font serif ។

រូបភាពទី២.៨៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM

➢ ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៥៦ ដល់ឆ្នាំ ១៩៦២

- ស្លាកសញ្ញាដែលមានភាពស្មុគស្មាញត្រូវបានធ្វើឱ្យសាមញ្ញដើម្បីធ្វើឱ្យវាកាន់តែងាយស្រួលយល់ ដោយពណ៌នាអំពីភាពងាយស្រួលនៃអ្នកប្រើប្រាស់។

- អ្នករចនាបានធ្វើការផ្លាស់ប្តូរតិចតួចបំផុតចំពោះឡូហ្គោ។
- ប្រហោងរាងមូលនៅក្នុង B ត្រូវបានបំប្លែងទៅជាការ៉េសពីរ។
- ពុម្ពអក្សរនៅតែជដែល serif ។
- ចុងខាងលើនិងខាងក្រោមនៃ M ត្រូវបានពន្លូត។

រូបភាពទី២.៩៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM

➢ ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៦៧ ដលឆ្នាំ ១៩៧២

- ឆ្នាំ 1967 និមិត្តសញ្ញា IBM បានធ្វើការកែប្រែពីនិម្មិតសញ្ញាមុន។ ពេលនោះហើយដែលអ្នករចនា Paul Rand បានអនុវត្តវិធីសាស្ត្រ "លីនេអ៊ែរ" ទៅលើវា ពោលគឺគាត់បានតម្រង់ជួរអក្សរនៅលើឆ្នូតដែលមានទទឹងស្មើគ្នា ដែលឆ្នូតទទឹងពណ៌ខៀវត្រូវបានកាត់ជា ១៣ បន្ទះ។

រូបភាពទី២.១០៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM

➢ <u>ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៧២ ដល់បច្ចុប្បន្ន</u>

- ចំនួនឆ្នូតត្រូវបានកាត់បន្ថយមកត្រឹម ៨វិញនៅឆ្នាំ១៩៧២។ ឥឡូវនេះនិមិត្តសញ្ញាចាប់ផ្ដើមមើលទៅកាន់តែរឹងមាំ និងមានទំនុកចិត្តជាងមុន ហើយការប្រើប្រាស់ស្រមោលងងឹតនៃពណ៌ខៀវបង្កើនអារម្មណ៍នៃភាពរឹងមាំ និងកម្លាំង។ ការរចនាឡើងវិញនេះត្រូវបានធ្វើឡើងដោយ Paul Rand ហើយនិម្មិតសញ្ញាដែលបង្កើតឡើងដោយអ្នករចនាដ៏ល្បីល្បាញនេះនៅតែត្រូវបានប្រើប្រាស់រហូតដល់បច្ចុប្បន្ន។

រូបភាពទី២.១១៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM

➢ <u>ចាប់ពីឆ្នាំ ២០១៨ រហូតដល់បច្ចុប្បន្ន</u>

- ជាមួយនឹងកំណែទម្រង់ពណ៌ខៀវស ក្រុមហ៊ុននេះក៏បានបង្កើតកំណែទម្រង់ពណ៌ប្រផេះ និងស នៃនិមិត្តសញ្ញាដែលកំពុងប្រើប្រាស់ផងដែរ។ ក្រុមហ៊ុនបានបើកដំណើរការកំណែទម្រង់ទី២នេះ ក្នុងឆ្នាំ ២០១៨ ហើយនៅតែប្រើប្រាស់រហូតដល់បច្ចុប្បន្ន។

រូបភាពទី២.១២៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM

២.៤.២ អត្ថន័យនៃស្លាកសញ្ញានៃក្រុមហ៊ុន IBM នាពេលបច្ចុប្បន្ន

រូបភាពទី២.១៣៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន IBM

- logo ទី១ (១៩៧២ - បច្ចុប្បន្ន): Logo នេះត្រូវបានកំណត់ជាអក្សរដិត និងជាអក្សរធំ ហើយវាបង្ហាញពីសិទ្ធអំណាចតាមរបៀបទាន់សម័យ។ ពណ៌ខៀវ តំណាងអោយស្ថេរភាព ភាពស៊ីជម្រៅ ភាពស្មោះត្រង់ ទំនុកចិត្ត និងភាពឆ្លាតវៃ ហើយក៏តំណាងអោយភាពខ្លាំង វិជ្ជាជីវៈ និងភាពលេចធ្លោ។[39]

២.៥ ចក្ខុវិស័យ បេសកកម្ម និងគុណតម្លៃ

ចក្ខុវិស័យ និងបេសកកម្មរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM គឺ "ក្លាយជាក្រុមហ៊ុនបច្ចេកវិទ្យាព័ត៌មានដែលជោគជ័យ និងសំខាន់បំផុតរបស់ពិភពលោក។

២.៥.១ ចក្ខុវិស័យ

សេចក្ដីថ្លែងការណ៍ចក្ខុវិស័យរបស់ IBM គឺ "ក្លាយជាក្រុមហ៊ុនបច្ចេកវិទ្យាព័ត៌មានដែលជោគជ័យ និងសំខាន់បំផុតរបស់ពិភពលោក។ ជោគជ័យក្នុងការជួយអតិថិជនអនុវត្តបច្ចេកវិទ្យាដើម្បីដោះស្រាយបញ្ហារបស់ពួកគេ។ ជោគជ័យក្នុងការណែនាំបច្ចេកវិទ្យាដ៏អស្ចារ្យនេះដល់អតិថិជនថ្មី។ វាពិតជាសំខាន់ព្រោះយើងនឹងបន្តក្លាយជាធនធាន មូលដ្ឋាននៃអ្វីដែលត្រូវបានវិនិយោគក្នុងឧស្សាហកម្ម នេះ"។ IBM ប្រើពាក្យគន្លឹះ 'ជោគជ័យ' ពេញមួយសេចក្ដីថ្លែងការណ៍ចក្ខុវិស័យរបស់ខ្លួន ដើម្បីបង្ហាញពីដំណើរអភិវឌ្ឍន៍របស់វា។ ក្រុមហ៊ុនចាត់ទុកការរក្សាបាននូវគន្លងឈ្នះជាប់គ្នាជាធាតុសំខាន់នៃទម្រង់អាជីវកម្មរបស់ខ្លួនសម្រាប់ការបោះត្រាភាពជាអ្នកដឹកនាំរបស់ខ្លួននៅក្នុងវិស័យបច្ចេកវិទ្យាព័ត៌មាន។ សេចក្ដីថ្លែងការណ៍ចក្ខុវិស័យមានកត្តាដូចខាងក្រោមៈ

- Logo ទី២ (២០១៨ - បច្ចុប្បន្ន): និមិត្តសញ្ញាទី 2 មានតែពីរពណ៌ប៉ុណ្ណោះគឺ ពណ៌ខ្មៅ និងស ជំនួសនិមិត្តសញ្ញាពណ៌ខៀវ និងស។ រូបភាពដិតឆ្លុះបញ្ចាំងពីស្ថិរភាព និងការទទួលខុសត្រូវដែល IBM ផ្ដល់ជូនអតិថិជនរបស់ខ្លួន។

១. Best global giant ៖ កត្តាទីមួយនៅក្នុងសេចក្ដីថ្លែងការណ៍ចក្ខុវិស័យរបស់ IBM គឺនិយាយអំពីទីតាំងដ៏មានឥទ្ធិពលដែលក្រុមហ៊ុនប្រយុទ្ធដើម្បីកាន់កាប់។ IBM ចង់ប្រជែងក្រុមហ៊ុនបច្ចេកវិទ្យាព័ត៌មានផ្សេងទៀតទាំងអស់ឱ្យឈរកំពូលតារាង។ ក្រុមហ៊ុន បាននឹងកំពុងធ្វើកិច្ចការនេះតាមរយៈការរីកចម្រើនជាលំដាប់ និង ការបង្កើត ម៉ាកយីហោអាជីវកម្ម ដែលមានយុទ្ធសាស្ត្រយ៉ាងល្អ។ សព្វថ្ងៃនេះ IBM បានបង្ហាញឱ្យឃើញថា វាគឺជាក្រុមហ៊ុនដ៏ល្អដែលគ្រប់អាជីវកម្មផ្សេងទៀត ហើយអតិថិជនគួរតែស្វែងរកជាមួយនឹងផលិតផលទំនើបរបស់ខ្លួន និងប្រព័ន្ធពាក់ព័ន្ធដូចជា អ៊ីនធឺណិត សុវត្ថិភាព ទូរស័ព្ទ និងស្វ័យប្រវត្តិកម្ម ដែលសុទ្ធតែមានសក្តានុពលដែលមិនអាចវាស់វែងបានក្នុងការប៉ះពាល់ដល់ជីវិតរបស់មនុស្ស។

---

[39] https://animationvisarts.com/ibm-logo-meaning-history-evolution/ (ចូលមើលថ្ងៃទី ៣ ខែមេសា ឆ្នាំ ២០២២)

២. Improving communities ៖ ក្រុមហ៊ុន IBM គ្រាន់តែមើលទៅដើម្បីអនុវត្តផលិតផលស្មុគស្មាញរបស់ខ្លួនដើម្បីធ្វើឱ្យពិភពលោកកាន់តែប្រសើរឡើងនៅក្នុងកត្តានៃសេចក្តីថ្លែងការណ៍ចក្ខុវិស័យរបស់ខ្លួន។ជាឧទាហរណ៍ ក្រុមហ៊ុនបង្ហាញថាការណែនាំបច្ចេកវិទ្យាមិនធម្មតាគឺជាចក្ខុវិស័យចម្បងមួយ ហើយការច្នៃប្រឌិតទាំងនេះសុទ្ធតែស្វែងរកការធ្វើឱ្យជីវិតកាន់តែងាយស្រួល និងសង្គមកាន់តែប្រសើរឡើង។ករណីដូចគ្នានេះអនុវត្តចំពោះផលប៉ះពាល់ដែលសកម្មភាពរបស់ក្រុមហ៊ុនត្រៀមនឹងកើតមានលើទិដ្ឋភាពអាជីវកម្មទូទៅ។

២.៥.២ បេសកកម្ម

សេចក្តីថ្លែងការណ៍បេសកកម្មរបស់ IBM គឺ "ដើម្បីដឹកនាំក្នុងការបង្កើត ការអភិវឌ្ឍន៍ និងការផលិតនូវបច្ចេកវិទ្យាព័ត៌មានទំនើបបំផុតរបស់ឧស្សាហកម្មនេះ រួមទាំងប្រព័ន្ធកុំព្យូទ័រ កម្មវិធី ប្រព័ន្ធបណ្តាញ ឧបករណ៍ផ្ទុក និងមីក្រូអេឡិចត្រូនិច ហើយបណ្តាញទូទាំងពិភពលោកនៃដំណោះស្រាយ និងសេវាកម្មរបស់ IBM ក្នុងគោលបំណង ប្រែក្លាយបច្ចេកវិជ្ជាទំនើបទាំងនេះទៅជាតម្លៃស្នូលអាជីវកម្មសម្រាប់អតិថិជនរបស់ តាមរយៈដំណោះស្រាយប្រកបដោយវិជ្ជាជីវៈ សេវាកម្ម និងអាជីវកម្មប្រឹក្សាយោបល់ទូទាំងពិភពលោក។ ក្រុមហ៊ុនគូសបញ្ជាក់នូវប្រតិបត្តិការទាំងអស់ដែលខ្លួនយកទុន ដើម្បីកំណត់ទីតាំងរបស់ខ្លួននៅក្នុងបច្ចេកវិទ្យាព័ត៌មាន។ វាក៏ចង្អុលបង្ហាញពីការប្តេជ្ញាចិត្តរបស់ខ្លួនក្នុងការធានាថាប្រតិបត្តិការទាំងនេះត្រូវបានដំណើរការតាមរបៀបដែលវាបន្ថែមតម្លៃដល់ជីវិតរបស់អតិថិជនរបស់ខ្លួន។ សេចក្តីថ្លែងការណ៍បេសកកម្មផ្តល់នូវចំណុចសំខាន់ៗដូចខាងក្រោម៖

១. ភាពជាអ្នកដឹកនាំក្នុងវិស័យព័ត៌មានវិទ្យា៖ សេចក្តីថ្លែងការណ៍បេសកកម្មដោយ IBM រំលឹកឡើងវិញនូវទំនួលខុសត្រូវភាពជាអ្នកដឹកនាំនៅក្នុងវិស័យរបស់ខ្លួន។ ក្រុមហ៊ុនបានចាត់ទុកនេះជាកាតព្វកិច្ចដ៏សំខាន់មិនធ្លាប់មានចាប់តាំងពីវាត្រូវបានបង្កើតឡើង ហើយវាបានធ្វើអស់ពីសមត្ថភាពដើម្បីសម្រេចបានវាតាមរយៈប្រតិបត្តិការផ្សេងៗ។ ទាំងនេះមួយចំនួនរួមមានការត្រួតពិនិត្យការរចនា និងការអភិវឌ្ឍន៍ផលិតផលដែលទាក់ទងនឹងបច្ចេកវិទ្យា និងសមាសធាតុផ្សេងៗទៀត។ តាមពិតទៅ ផ្នែកទីមួយនៃសេចក្តីថ្លែងការណ៍បេសកកម្មបង្ហាញពីកិច្ចខិតខំប្រឹងប្រែងមួយចំនួន។ ផ្សេងទៀតគឺជារបកគំហើញដែល IBM បានជំរុញនៅក្នុងបច្ចេកវិទ្យាព័ត៌មានត្រូវបានកំណត់នៅក្នុងផ្នែក 'ឧស្សាហកម្មរបស់យើង' ។ ភាពខុសគ្នា និងភាពទូលំទូលាយនៃផលប៉ះពាល់ដែលក្រុមហ៊ុនមានលើផ្នែករងផ្សេងៗ បញ្ជាក់ពីភាពជាអ្នកដឹកនាំរបស់ខ្លួននៅក្នុងវិស័យនេះ ហើយដាក់វាឱ្យលើសពីដៃគូប្រកួតប្រជែងរបស់ IBM។

២. បណ្តាញពិភពលោក៖ នៅក្នុងកត្តាទីពីរនេះ ក្រុមហ៊ុន IBM ផ្តោតលើកម្លាំងពលកម្មដែលខ្លួនបានប្រមូលផ្តុំគ្នា និងភាពខុសគ្នាដែលវាបង្កើតនៅក្នុងភាពជោគជ័យទាំងមូលរបស់ក្រុមហ៊ុន។ IBM សង្កត់ធ្ងន់ថាអ្នកជំនាញចម្រុះទាំងនេះគឺជាប្រភពនៃតម្លៃដែលអ្នកប្រើប្រាស់ពេញចិត្ត។ ជាសំខាន់ ក្រុមហ៊ុន IBM បង្ហាញថា វាគឺជាក្រុមហ៊ុនដែលរួមបញ្ចូលដែលប្រមូលផ្តុំអ្នកជំនាញរបស់ខ្លួនពីទីផ្សារពិភពលោក

ធំជាង ដែលជាអ្វីដែលធ្វើឱ្យផលិតផលរបស់ខ្លួនសមសម្រាប់ការប្រើប្រាស់ជាសកល ដោយសារពួកគេងាយនឹងតម្រូវការសកល។

៣. ការកែលម្អជីវិត៖ ការសង្កត់ធ្ងន់លើដំណោះស្រាយប្រកបដោយវិជ្ជាជីវៈនៅ IBM បង្ហាញថាតើក្រុមហ៊ុនមានភាពធ្ងន់ធ្ងរប៉ុណ្ណា នៅពេលដែលវាប៉ះពាល់ដល់អ្នកប្រើប្រាស់ផលិតផល និងសេវាកម្មរបស់ខ្លួន។ នោះហើយជាមូលហេតុដែល IBM មិនទុកឱកាសដោយធានាថាអាជីវកម្មរបស់ខ្លួនគឺផ្តោតលើតម្លៃ ហើយថាតម្លៃនេះគឺ Customer-Leaning ។

២.៥.៣ គុណតម្លៃ(Core Values)

តម្លៃស្នូលរបស់ IBM រួមមាន "ភាពចម្រុះ និងការរួមបញ្ចូល ការច្នៃប្រឌិត ការធ្វើជាខ្លួនអ្នក និងការផ្តោតលើការផ្លាស់ប្តូរ។" ទោះបីជាក្រុមហ៊ុនមិនបានកំណត់យ៉ាងច្បាស់នូវតម្លៃស្នូលរបស់ខ្លួនក៏ដោយ ប៉ុន្តែទាំងនេះអាចត្រូវបានទាញចេញពីវប្បធម៌ដែលបានបង្កើតឡើងនៅ IBM ។

ក្រុមហ៊ុន IBM (International Business Machines) ហៅកម្លាំងពលកម្មរបស់ខ្លួនថា IBMers ហើយក្រុមហ៊ុនចាត់ទុកការឱបក្រសោបអ្នកជំនាញមកពីផ្ទៃខាងក្រោយផ្សេងៗគ្នាថាជាប្រភពនៃវប្បធម៌ដ៏សម្បូរបែបរបស់វា។ ការទាញចំណេះដឹងពីជុំវិញពិភពលោកគឺជាប្រភពនៃការបង្កើតថ្មីរបស់ IBM ជាពិសេសនៅពេលដែលបុគ្គលទាំងនេះ "នាំយកខ្លួនឯងពេញលេញ" ទៅកាន់គោលបំណងរបស់ក្រុមហ៊ុន។ ការរួមបញ្ចូលនៃតម្លៃទាំងនេះលើកកម្ពស់សមត្ថភាពក្នុងការចាប់យកឱកាស និងរីកចម្រើននៅក្នុងវា ដូចដែល IBM ត្រូវបានគេស្គាល់ថាល្អបំផុត។[40]

២.៦ រចនាសម្ព័ន្ធរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM

ក្រុមហ៊ុន International Business Machines Corporation ដែលហៅកាត់ថា ក្រុមហ៊ុន IBM គឺជាក្រុមហ៊ុនដ៏ជោគជ័យមួយ ហើយនៅពីក្រោយការជោគជ័យទាំងនេះ គឺមានការចូលរួមពីសំណាក់បុគ្គលដែលមានសក្តានុពលជាច្រើន។

លោក Arvind Krishna គឺជាប្រធាន និងជានាយកប្រតិបត្តិការ (Chairman and CEO) ដែលជាបុគ្គលដ៏មានសមត្ថភាពម្នាក់ និងមានបទពិសោធជាង៣០ឆ្នាំជាមួយក្រុមហ៊ុន IBM មួយនេះ។ ក្នុងនាមលោកជាអ្នកដឹកនាំអាជីវកម្មនៃបច្ចេកវិទ្យាមួយរូប លោកបានបង្កើតនូវឱកាស និងពង្រីកនូវទំហំទីផ្សារជាបន្តបន្ទាប់សម្រាប់ក្រុមហ៊ុន

[40] https://mission-statement.com/ibm/ (ចូលមើលថ្ងៃទី ៥ ខែមេសា ឆ្នាំ ២០២២)

តាមរយៈការអភិវឌ្ឍន៍នូវនវានុវត្ត និង ដំណោះស្រាយដោយផ្អែកតាមការរីកចម្រើននៃបច្ចេកវិទ្យាពីមួយសម័យកាល ទៅមួយសម័យកាល។[41]

រីឯ លោក Jonathan H. Adashek គឺជាប្រធានផ្នែកទំនាក់ទំនង និងជាអនុប្រធានជាន់ខ្ពស់ទីផ្សារ ដែលលោកបានចូលកាន់តំណែងជាប្រធានផ្នែកទីផ្សារបន្ថែមទៅលើមុខតំណែងជាប្រធានផ្នែកទំនាក់ទំនង ក្នុងខែ មករា ឆ្នាំ២០២២។ លើសពីនេះ លោកមានបទពិសោធន៍ជាង ២៥ឆ្នាំ ជាមួយនឹងជំនាញខាងផ្នែកទំនាក់ទំនង ការធ្វើទីផ្សារ និងកិច្ចការអាជីវកម្មទាំងក្នុងស្រុក និងក្រៅស្រុក។[42] ជាទូទៅលោកគឺជាអ្នកទទួលខុសត្រូវរាល់ការធ្វើរបាយការណ៍ទាំងអស់រួមបញ្ចូល ទាំងទំនាក់ទំនងខាងក្នុង និងខាងក្រៅ ក៏ដូចជាការបង្កើតខ្លឹមសារ ព្រឹត្តិការណ៍យុទ្ធសាស្ត្រ ទីតាំងយុទ្ធសាស្ត្រ ប្រព័ន្ធផ្សព្វផ្សាយសង្គម និងសកម្មភាពមួយចំនួនទៅកាន់CEO (នាយកប្រតិបត្តិការណ៍) ដែលជួយជម្រុញអោយវិធីសាស្ត្រកាន់តែមានភាពរហ័ស។

ចំណែកឯ លោក Howard Boville គឺជាអនុប្រធានជាន់ខ្ពស់ និងជាប្រធាន IBM Cloud Platform ។ គាត់ដឹកនាំអាជីវកម្មលើGlobal Cloud និងជួយអភិវឌ្ឍសមត្ថភាពនាំមុខគេលើទីផ្សារដើម្បីជំរុញការផ្លាស់ប្តូរឌីជីថលសម្រាប់សហគ្រាស ជាពិសេសនៅក្នុងឧស្សាហកម្មដែលមានការគ្រប់គ្រងខ្ពស់។ នៅក្នុងការងាររបស់គាត់នៅ IBM លោក Howard បានបង្កើតក្រុមប្រឹក្សាសម្រាប់ប្រធានមន្ត្រីព័ត៌មាន និងជាប្រធានផ្នែកបច្ចេកវិទ្យា មន្ត្រីសន្តិសុខ មន្ត្រីហានិភ័យ និងនិយតករមកពីស្ថាប័នហិរញ្ញវត្ថុធំៗមួយចំនួនរបស់ពិភពលោក ដើម្បីស្វែងយល់ និងរៀបចំយុទ្ធសាស្ត្របង្កើតស្តង់ដារ និងដំណោះស្រាយសុវត្ថិភាពផ្អែកលើឧស្សាហកម្មក្នុងកិច្ចខិតខំប្រឹងប្រែងដើម្បីជួយ កាត់បន្ថយហានិភ័យ។[43]

ជាពិសេសដូចជា លោក Kathryn Guarini ដែលត្រូវបានតែងតាំងនៅ ខែមីនា ឆ្នាំ ២០២១ ជាប្រធានផ្នែកពត៌មាន (Chief Information Officer) មិនតែប៉ុណ្ណោះ លោកក៏ជាអនុប្រធានផ្នែក Impact Science នៃការស្រាវជ្រាវ នៃក្រុមហ៊ុន IBM ហើយគាត់ក៏ធ្លាប់ជាប្រធានផ្នែកប្រតិបត្តិការផងដែរ។

បន្ទាប់មកមាន លោក James J. Kavanaugh គឺជានាយកប្រតិបត្តិការផ្នែកហិរិញ្ញវត្ថុ (CFO) របស់ IBM ដែលត្រូវបានតែងតាំងក្នុងខែមករា ឆ្នាំ២០១៨។ ក្នុងនាមលោកជា CFO មានតួនាទីត្រួតពិនិត្យទៅលើ គណនេយ្យនិងការគ្រប់គ្រង ការធ្វើផែនការ និងការវិភាគហិរញ្ញវត្ថុ ពន្ធ សវនកម្មផ្ទៃក្នុង ទំនាក់ទំនងវិនិយោគិន ការអភិវឌ្ឍន៍សាជីវកម្ម និង Treasury។

[41] IBM - Biographies (2018). IBM News Room (ចូលមើលថ្ងៃទី ៥ ខែមេសា ឆ្នាំ២០២២)

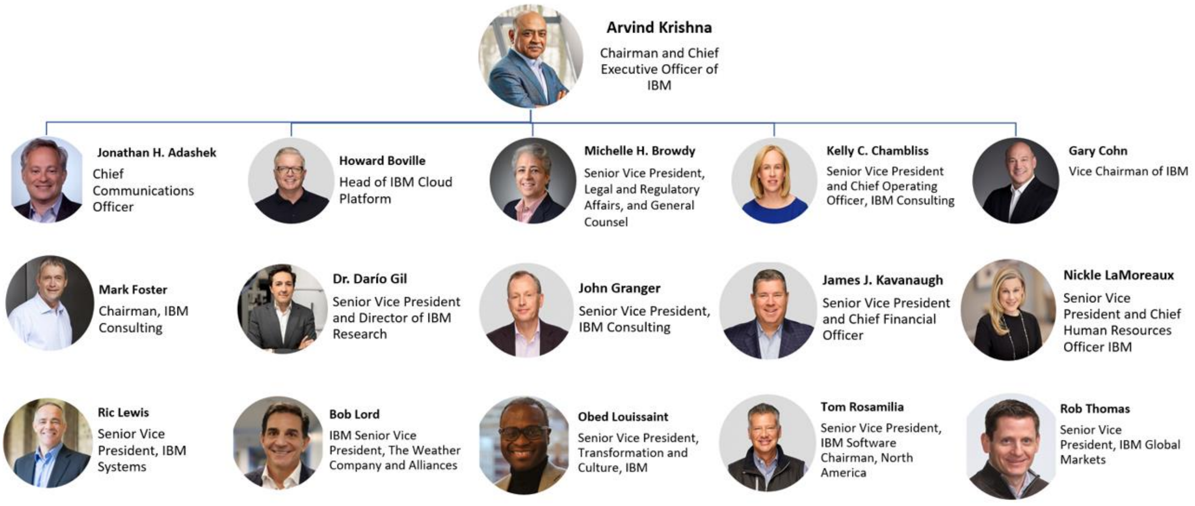
[42] Jonathan Adashek (Feb, 2022). Institute for Public Relations (ចូលមើលថ្ងៃទី ៥ ខែមេសា ឆ្នាំ២០២២)

[43] Howard Boville (Dec, 2021.). SIFMA (ចូលមើលថ្ងៃទី ៥ ខែមេសា ឆ្នាំ២០២២)

សរុបមកវិញ ក្រុមហ៊ុន IBM មាននូវរចនាសម្ព័ន្ធយ៉ាងមុតមាំ ដែលពោរពេញទៅដោយបុគ្គលដែលមានសមត្ថភាព ហើយខាងលើនេះគ្រាន់តែជាបុគ្គលមួយចំនួនប៉ុណ្ណោះ នៅមានដូចជា Nickle J. LaMoreaux (Senior Vice President and Chief Human Resources Officer), Ric Lewis, (Senior Vice President, IBM Systems), Robert W. Lord (Senior Vice President, The Weather Company and Alliances) ។ល។

រូបភាពទី២.១៤៖ រចនាសម្ព័ន្ធនៃថ្នាក់ដឹកនាំកំពូលៗរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM

ប្រភព៖ IBM Newsroom, https://www.ibm.com/investor/governance/senior-leadership



២.៧ ទំនិញ និងសេវាកម្ម

ក្រុមហ៊ុន IBM ដែលមានឈ្មោះពេញជា International Business Machines ដែលជាក្រុមហ៊ុនបច្ចេកវិទ្យាបែបពហុជាតិ (Multinational Technology Company) ដ៏ធំមួយក្នុងចំណោមក្រុមហ៊ុនធំៗជាច្រើន។ ក្រុមហ៊ុននេះ ធ្វើការផ្តល់ជូននូវដំណោះស្រាយទាក់ទងនឹងកុំព្យូទ័រ និងសេវាកម្មប្រឹក្សាបច្ចេកវិទ្យាផ្សេងៗជាច្រើនទៀត។[44]

២.៧.១ ទំនិញ

IBM គឺមាននូវទំនិញជាច្រើនប្រភេទ និងសុទ្ធសឹងតែជាប្រភេទនៃការរកឃើញថ្មី (Innovative Product)។ ខាងក្រោមនេះ និងបង្ហាញអំពីប្រភេទនៃទំនិញធំៗមួយចំនួនដូចជា៖

- The IBM Punch Card : គឺជាកាត IBM មួយ ឬអាចហៅម្យ៉ាងទៀតថាជា Hollerith Cards ដែកជាកាតក្រដាសមួយប្រភេទដែលអាចកាន់ដោយដៃ ឬអាចប្រើប្រាស់ជាមួយម៉ាស៊ីនបាន

[44] Reiff, N. (2021, September 8). 6 companies owned by IBM. Investopedia. Retrieved March 27, 2022, from https://www.investopedia.com/companies-owned-by-ibm-5092453

ដើម្បីជំនួសអោយទិន្នន័យ ឬពត៌មានរបស់កុំព្យូទ័រ ហើយវាក៏ជាវត្ថុមួយសម្រាប់បញ្ចូលទិន្នន័យចូលទៅក្នុងកុំព្យូទ័រដំបូងបង្អស់ផងដែរ។

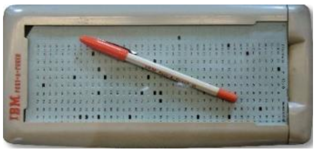
រូបភាពទី២.១៥៖ IBM Punch Card

- The IBM Mainframe : គឺជាកុំព្យូទ័រដែលដំណើរការមានកម្រិតខ្ពស់ ជាមួយនឹងអង្គចងចាំ និងដំណើរការដ៏ច្រើនដូចជា ការគណនា និងប្រតិបត្តិការតូចៗរាប់ពាន់លានក្នុងពេលវេលាជាក់លាក់ណាមួយ។ Mainframe មានសារៈសំខាន់ចំពោះមូលដ្ឋានទិន្នន័យពាណិជ្ជកម្ម ម៉ាស៊ីនមេប្រតិបត្តិការ និងកម្មវិធីដែលទាមទារភាពធន់ខ្ពស់ សុវត្ថិភាព និងភាពរហ័សរហួន។

រូបភាពទី២.១៦៖ IBM Mainframe

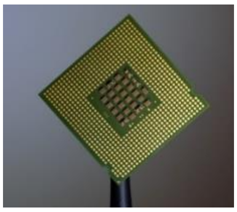
- IBM System/360 : វាជាផលិតផលលក្ខណៈគ្រួសារដំបូងគេដែលអនុញ្ញាតឱ្យប្រតិបត្តិការនៃដំណើរការទិន្នន័យអាជីវកម្មរីកចម្រើនពីម៉ាស៊ីនតូចបំផុតទៅធំបំផុតដោយមិនចាំបាច់ចំណាយប្រាក់យ៉ាងច្រើនក្នុងការសរសេរកម្មវិធីសំខាន់ៗឡើងវិញ។

រូបភាពទី២.១៧៖ IBM System/360



- IBM TS4300 Tape Library. នេះគឺជាមជ្ឈមណ្ឌលទិន្នន័យ ដែលមានដង់ស៊ីតេខ្ពស់ មាត្រដ្ឋានខ្ពស់ ងាយស្រួលគ្រប់គ្រង ដែលត្រូវបានរចនាឡើងដើម្បីរក្សាទិន្នន័យ និងត្រូវបានរក្សាទុកយ៉ាងមានសុវត្ថិភាពក្នុងរយៈពេលវែង ខណៈពេលដែលជួយកាត់បន្ថយការចំណាយដែលទាក់ទងនឹងទំហំទិន្នន័យ និងឧបករណ៍ប្រើប្រាស់។

រូបភាពទី២.១៨៖ IBM TS4300 Tape Library



- Silicon Germanium Chips គឺជាសម្ភារៈដ៏សំខាន់ដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់ការផលិតត្រង់ស៊ីស្ទ័រ SiGe heterojunction bipolar និងត្រង់ស៊ីស្ទ័រ Si metal-oxide-semiconductor (MOS) សម្រាប់បច្ចេកវិទ្យាបំពេញបន្ថែមលើលោហៈធាតុអុកស៊ីត- semiconductor (CMOS) និង BiCMOS (bipolar CMOS) ។

រូបភាពទី២.១៩៖ Silicon Germanium Chips

IBM ក៏មាននូវទំនិញសំខាន់ជាច្រើនទៀតផងដែរ ដូចជា The Selectric Typewriter, The Magnetic Stripe Technologyជាដើម ដែលមិនអាចរៀបរាប់លម្អិតជូន។

២.៧.២ សេវាកម្ម

សេវាកម្ម IBM គឺជាផ្នែកសេវាកម្មវិជ្ជាជីវៈរបស់ IBM ដែលបង្កើតឡើងដោយអ្នកជំនាញផ្នែកអាជីវកម្ម បច្ចេកវិទ្យា និងឧស្សាហកម្មដែលអនុវត្តបច្ចេកវិទ្យាទំនើប និងជួយអតិថិជនក្នុងការរចនា បង្កើត និងដំណើរការអាជីវកម្ម។ សេវាកម្មទាំងនេះមានដូចជា Application services, Business consulting services, Hybrid cloud consulting and services, Technology support services, Talent management services និងរួមបញ្ចូលទាំងគឺ IBM Global Business Services (GBS) និង IBM Global Technology Services (GTS) ។ ខាងក្រោមនេះ គឺជាសេវាកម្ម ឬកម្មវិធីផ្តល់នូវសេវាកម្មសំខាន់ៗមួយចំនួន៖

- Hybrid cloud គឺជាដំណោះស្រាយមួយដែលរួមបញ្ចូលគ្នានូវ private cloud ជាមួយនឹងសេវាកម្ម public cloud មួយ ឬច្រើន និងកម្មវិធីដែលមានកម្មសិទ្ធិដែលអាចឱ្យទំនាក់ទំនងរវាងសេវាកម្មផ្សេងគ្នានីមួយៗ។ Hybrid cloud ផ្តល់ឱ្យអាជីវកម្មនូវភាពបត់បែនកាន់តែប្រសើរឡើង

ដោយការផ្លាស់ប្តូរបន្ទុកការងាររវាង cloud solutions នៅពេលដែលមានតម្រូវការ និងការចំណាយមានការប្រែប្រួល។[45]

រូបភាពទី២.២០៖ សេវាកម្ម Hybrid cloud

- IBM Cloud ផ្តល់នូវដំណោះស្រាយដែលមានកម្រិតខ្ពស់នៃ compliance, security, និង management ជាមួយនឹងគំរូស្ថាបត្យកម្ម និងវិធីសាស្ត្រសម្រាប់ការចែកចាយអោយមានភាពឆាប់រហ័សសម្រាប់ដំណើរការដែលមានសារៈសំខាន់ក្នុងបន្ទុកការងារ។

រូបភាពទី២.២១៖ សេវាកម្ម IBM Cloud

IBM Cloud

- IP Advisor គឺជា Artificial Intelligence មួយដែលជាកត្តាលីករជម្រុញនូវល្បឿននៃដំណើរការក្នុងអាជីវកម្ម ឬឧស្សាហកម្មជាដើម។

រូបភាពទី២.២២៖ សេវាកម្ម IP Advisor

tripadvisor

- IBM Global Business Services (GBS) គឺជាផ្នែកសេវាកម្មវិជ្ជាជីវៈរបស់សេវាកម្មសកល រួមទាំងការប្រឹក្សាផ្នែកគ្រប់គ្រង និងយុទ្ធសាស្ត្រ ការរួមបញ្ចូលប្រព័ន្ធ និងសេវាកម្មគ្រប់គ្រងកម្មវិធី។

រូបភាពទី២.២៣៖ សេវាកម្ម IBM Global Business Services (GBS)

[45] https://www.citrix.com/solutions/app-delivery-and-security/what-is-hybrid-cloud.html (ចូលមើលថ្ងៃទី ៣ ខែមេសា ឆ្នាំ ២០២២)

ឧទាហរណ៍៖ សេវាកម្មធុរកិច្ចសកលរបស់ IBM មានផ្តល់ជូនដូចជា៖

១. Digital Strategy & Interactive: Digital Strategy, IBM iX

២. Cloud Application Innovation: ADM Innovation, Cloud Application Migration Services

៣. Cognitive Process Transformation: Cognitive Business Decision Support

៤. PricewaterhouseCoopers (PwC) Consulting

៥. Bluewolf

៦. Resource/Ammirat

៧. Promontory Financial Group

សរុបមកវិញ ខាងលើនេះគ្រាន់តែជាសេវាកម្មមួយផ្រុងតូចរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM តែប៉ុណ្ណោះ ដែលការសិក្សាមួយនេះមិនអាចធ្វើការសិក្សាអោយអស់ និងលម្អិតជូនបាន ដោយសារតែ IBM គឺជាក្រុមហ៊ុនខ្នាតធំដែលផ្តល់នូវសេវាកម្មជាច្រើនជូនបុគ្គល ឬក្រុមហ៊ុនស្ទើពាសពេញពិភពលោក។

២.៨ យុទ្ធសាស្រ្ត និងគោលដៅ

ការប្រើប្រាស់យុទ្ធសាស្រ្តដើម្បីបង្កើតគុណតម្លៃនៅក្នុងទីផ្សារប្រកួតប្រជែង គឺពិតជារឿងចាំបាច់ដែលមិនអាចបាន។ តម្រូវការរបស់អ្នកប្រើប្រាស់ ការដណ្តើមចំណែកទីផ្សារពីគូប្រគួតប្រជែង គឺសុទ្ធតែជាចំណុចដែលត្រូវត្រៀមលក្ខណះក្នុងប្រឈមមុខ។ ដើម្បីត្រៀមខ្លួនបានល្អ ក្នុងការប្រឈមនឹងទីផ្សារប្រកួតប្រជែង គឺចាំបាច់ត្រូវតែមានយុទ្ធសាស្រ្តក្នុងការប្រតិបត្តិការនៅទីផ្សារប្រកួតប្រជែងមួយនេះ។

ដូចនេះបានជាក្រុមហ៊ុន IBM បានធ្វើការប្រតិបត្តិទៅលើយុទ្ធសាស្រ្តដូចជា៖

- យុទ្ធសាស្រ្តបែកចែកផលិតផល (Product Differentiation Strategy)
- យុទ្ធសាស្រ្តធ្វើពិពិធកម្ម (Diversification Strategy)
- យុទ្ធសាស្រ្តកំណើន (Growth Strategy)

ក្រុមហ៊ុន IBM មានគោលដៅដើម្បីឈានមុខគេក្នុងការបង្កើត ការអភិវឌ្ឍន៍ និងផលិតបច្ចេកវិទ្យាព័ត៌មានទំនើបបំផុតក្នុងឧស្សាហកម្មនេះ រួមមានប្រព័ន្ធកុំព្យូទ័រ កម្មវិធី ប្រព័ន្ធបណ្តាញ ឧបករណ៍ផ្ទុក និងមីក្រូអេឡិចត្រូនិច។ ហើយបណ្តាញទំនាក់ទំនងទូទាំងពិភពលោករបស់ IBM គឺមានដំណោះស្រាយ និងសេវាកម្មដែលមានបច្ចេកវិទ្យាទំនើបទាំងនេះអោយទៅជាតម្លៃអាជីវកម្មសម្រាប់អតិថិជនរបស់ IBM ផ្ទាល់។ បច្ចេកវិទ្យាទំនើបទាំងនេះនិងជួយដោះស្រាយប្រកបដោយបច្ចេកវិទ្យាទំនើបៗ។

២.៩ ដៃគូប្រកួតប្រជែង

ក្រុមហ៊ុន IBM គឺជាក្រុមហ៊ុនអន្តរជាតិមួយដែលមានភាពល្បីរន្ទឺនៅក្នុងវិស័យបច្ចេកវិទ្យាទូទាំងពិភពលោក។ ក្រុមហ៊ុនមួយនេះមានឈ្មោះបោះសម្លេង និងត្រូវបានគេដឹងថាចំណូលដែលក្រុមហ៊ុននេះបង្កើតបានជាទូទៅគឺទៅលើ ការដាក់លក់នូវ Software, ការផ្តល់សេវាពិគ្រោះយោលបល់, និងការផ្តល់នូវhybrid cloud infrastructure solutions ក្នុងនោះ Software គឺជាប្រភពចំណូលដ៏ធំបំផុតសម្រាប់ក្រុមហ៊ុន IBM។[46] បើទោះបីជា IBM ជាក្រុមហ៊ុនដ៏ធំនៃវិស័យពត៌មានវិទ្យាក៏ពិតមែន ក៏ប៉ុន្តែការប្រកួតប្រជែងពីសំណាក់ក្រុមហ៊ុនធំៗជាច្រើនទៀតក៏បានចូលរួម ដើម្បីដណ្តើមចំណែកក្នុងទីផ្សារពីក្រុមហ៊ុន IBM។

រូបភាពទី២.២៧៖ ដៃគូប្រកួតប្រជែងរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM

ល.រ	ឈ្មោះក្រុមហ៊ុន	ស្លាកសញ្ញា
1	Hewlett Packard (HP)	
2	Oracle	
3	SAS	
4	Intel	
5	Microsoft	
6	Google	
7	Amazon	
8	Samsung	
9	Dell	
10	Apple	

46 Investopedia.com/how-ibm-make-money-4798528 (ចូលមើលថ្ងៃទី ៧ ខែមេសា ឆ្នាំ២០២២)

ជំពូកទី៣
ការជ្រើសរើសម៉ូដែលក្នុងការព្យាករណ៍
នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនIBM

ជំពូកទី៣

ការជ្រើសរើសម៉ូដែលព្យាករណ៍នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM

ក្នុងជំពូកទី៣នេះ យើងធ្វើការសិក្សាទាក់ទងទៅនឹងការព្យាកណ៍នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ក្នុងរយៈពេល២១ឆ្នាំ តាមម៉ូដែលនីមួយៗដោយក្នុងវិធីសាស្ត្រនៃការព្យាករណ៍ ដែលយើងបានជ្រើសរើសយកតែវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ (Quantitative Method) មកសិក្សាតែប៉ុណ្ណោះ។ ក្នុងការព្យាករណ៍នេះផងដែរ យើងធ្វើការពណ៌នាដោយ កំណត់ទិន្នន័យតាមក្រាបបន្ទាត់ និងរង្វាស់ពង្រាយស្ថិតិ រួមមាន មធ្យម វ៉ារ្យង់ គម្លាតស្តង់ដារនៃប្រាក់ចំណូល និងការប្រើប្រាស់ម៉ូដែលគណិតវិទ្យា សម្រាប់ព្យាករណ៍ចំណូលនៃក្រុមហ៊ុន។ បន្ទាប់មកធ្វើការប្រៀបធៀបម៉ូដែលទាំងអស់តាមវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀង ដើម្បីជ្រើសរើសយកម៉ូដែលសមស្របជាងគេមកព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន International Business Machine (IBM)។

៣.១ ជំហានក្នុងការប្រើប្រាស់ម៉ូដែលដើម្បីព្យាករណ៍

ក្នុងការព្យាករណ៍ទៅលើចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM យើងបានជ្រើសយកវិធីសាស្ត្របែបបរិមាណវិស័យ (Quantitative) ដែលមានទិន្នន័យ រយៈពេល២១ឆ្នាំ ពីឆ្នាំ២០០១ ដល់ឆ្នាំ២០២១ យកមកធ្វើការព្យាករណ៍។

ជំហ៊ាននៃការព្យាករណ៍ចំពោះចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនមួយបានត្រឹមត្រូវ យើងគប្បីត្រូវ៖

១. ប្រមូលទិន្នន័យដែលមានទៅតាមឆ្នាំនីមួយៗ

២. កំណត់ពីប្រភេទនៃទិន្នន័យ

៣. ធ្វើការគណនានៃការព្យាករណ៍ទៅតាមប្រភេទម៉ូដែលនីមួយៗ

៤. គណនាលម្អៀងនៃម៉ូដែលនីមួយៗ

៥. ធ្វើការប្រៀបធៀបទៅតាមតម្លៃលម្អៀងនៃម៉ូដែលនីមួយៗ

៦.ធ្វើការជ្រើសរើសម៉ូលដែលដែលល្អជាងគេដោយផ្អែកលើតម្លៃលម្អៀងណាតូចជាងគេ មកធ្វើការព្យាករណ៍ និងបកស្រាយ។

៣.២ ទិន្នន័យនៃចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM

ទិន្នន័យដែលយកមកប្រើប្រាស់ដើម្បីបកស្រាយ និងធ្វើការគណនា គឺបានប្រមូលមករបាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM តាមរយៈគេហទំព័រផ្លូវការរបស់ក្រុមហ៊ុនដោយផ្ទាល់ ក្នុងរយៈពេល២១ឆ្នាំចុងក្រោយ ចាប់ពីឆ្នាំ២០០១ដល់ឆ្នាំ២០២១ ដែលវាជាប្រភេទ Time-Series Data មានដូចខាងក្រោម៖

តារាងទី៣.១៖ ទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ចាប់ពីឆ្នាំ២០០១ ដល់២០២១

Year	IBM Revenue ($B)	Units
2001	85,866.00	Billions USA
2002	81,186.00	Billions USA
2003	89,131.00	Billions USA
2004	96,293.00	Billions USA
2005	91,134.00	Billions USA
2006	91,424.00	Billions USA
2007	98,786.00	Billions USA
2008	103,630.00	Billions USA
2009	95,758.00	Billions USA
2010	99,870.00	Billions USA
2011	106,916.00	Billions USA
2012	104,507.00	Billions USA
2013	99,751.00	Billions USA
2014	92,793.00	Billions USA
2015	81,741.00	Billions USA
2016	79,919.00	Billions USA
2017	79,139.00	Billions USA
2018	79,591.00	Billions USA
2019	77,147.00	Billions USA
2020	73,620.00	Billions USA
2021	57,350.00	Billions USA

ប្រភព៖ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM (មើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១ រហូតដល់ទី ១.២២)

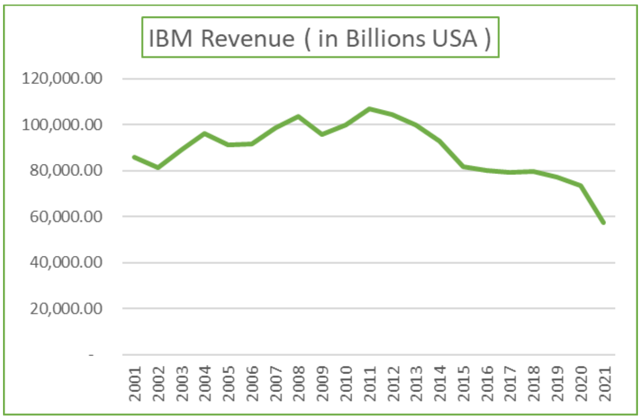
៣.៣ ការកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM

ដើម្បីធ្វើការវិភាគ និងព្យាករណ៍ទិន្នន័យដែលបានមកពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM បានត្រឹមត្រូវ យើងត្រូវដឹងពីប្រភេទទិន្នន័យជាមុនសិន។

៣.៣.១ ការកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យតាមក្រាប

ខាងក្រោមនេះ គឺជាក្រាបបន្ទាត់ដែលបញ្ជាក់ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ចាប់ពីឆ្នាំ ២០០១ ដល់ឆ្នាំ ២០២១ ដែលមានលំនាំធ្លាក់ចុះពីមួយឆ្នាំទៅមួយឆ្នាំ។

រូបភាពទី៣.១៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ចាប់ពីឆ្នាំ២០០១ ដល់២០២១



ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈការបង្ហាញថាលើអំពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ចាប់ពីឆ្នាំ២០០១ ដល់ឆ្នាំ២០២១ យើងសង្កេតឃើញថា នៅចន្លោះឆ្នាំ២០០១ រហូតដល់ឆ្នាំ២០១១ ប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM មានការសភាពឡើងជាលំដាប់ពីមួយឆ្នាំទៅមួយឆ្នាំ ក៏ប៉ុន្តែចាប់តាំងពីឆ្នាំ២០១១ មកដល់ឆ្នាំ២០២១ យើងសង្កេតឃើញថាចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនមានការធ្លាក់ចុះគួរអោយកត់សម្គាល់។ បើយោងតាមគេហទំព័រដែលជំនាញខាងអាជីវកម្មឈ្មោះថា Siliconrepublic បានលើកឡើងថា ការធ្លាក់ចុះនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឬ Big Blue មួយនេះ គឺមកពីការបង្វែការចាប់យកនូវអាជីវកម្មបែបថ្មី គឺការផ្តោតទៅលើសេវាកម្មពីរ មានដូចជា Artifical Intelligence (AI) និង Hybrid Cloud ដែលទាំងនេះជាទស្សនៈរបស់នាយកប្រតិបត្តិ Arvind Krishna។ លោក Arvind Krishna បានមានប្រសាសន៍ថា "យើងបានធ្វើឱ្យមានការរីកចម្រើននៅឆ្នាំ ២០២០ ដែលកំពុងរីកចម្រើនលើ Hybrid cloud របស់យើង ដែលជាមូលដ្ឋានគ្រឹះសម្រាប់ការផ្លាស់ប្តូរឌីជីថលរបស់អតិថិជន ខណៈពេលដែលកំពុងដោះស្រាយជាមួយនឹងភាពមិនច្បាស់លាស់ដ៏ទូលំទូលាយនៃបរិស្ថានម៉ាក្រូ" បន្ថែមពីនេះលោកក៏បានបន្តទៀតថា "សកម្មភាពដែលយើងកំពុងអនុវត្តផ្តោតលើ Hybrid cloud និង AI (Artifical Intelligence) នឹងផ្តល់ឱ្យយើងនូវទំនុកចិត្តថាយើងអាចសម្រេចបាននូវកំណើនប្រាក់ចំណូលនៅឆ្នាំ ២០២១"។ ទោះបីជាយ៉ាងក៏ដោយ ការរំពឹងទុករបស់លោកគឺមិនទទួលបានជោគជ័នោះទេ ដោយយើងសង្កេតឃើញថា ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុននូវតែបន្តធ្លាក់ចុះដដែល។ ម្យ៉ាងទៀត ការធ្លាក់ចុះមួយនេះ គឺដោយសារតែកត្តាកកើតនូវក្រុមហ៊ុនប្រកួតប្រជែងជាច្រើនបានឈានជើងចូលទៅក្នុងទីផ្សារដើម្បីដណ្តើមចំណែកទីផ្សារ។

សរុបមកវិញ យោងតាមក្រាបដែលបានបង្ហាញខាងលើ នៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM យើងសង្កេតឃើញថា ទិន្នន័យខាងលើ ជាប្រភេទទិន្នន័យបែប Trend ដែលមានលំនាំ (Pattern) ធ្លាក់ចុះ (Downward Linear Trend) ជាលំដាប់ ។

លើសពីនេះទៅទៀត បើយោងតាមការប្រើប្រាស់នូវរូបមន្ត និងកម្មវិធីបច្ចេកទេស Minitab ក៏បានបង្ហាញអោយឃើញផងដែរ នូវប្រភេទទិន្នន័យបែប Trend អោយកាន់តែមានសភាពជាក់លាក់បន្ថែម ដោយពណ៌នាតាមក្រាបបន្ទាត់ក្នុងការបញ្ជាក់។

៣.៣.២ ការកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យតាម Autocorrelation

មេគុណទំនាក់ទំនង Autocorrelation Coefficient Function (ACF) គឺជាវិធីសាស្ត្រមួយក្នុងចំណោមវិធីសាស្ត្រដទៃទៀត ដែលត្រូវបានយកមកសិក្សានៃប្រភេទទិន្នន័យ ដោយធ្វើឡើងតាមរយៈរូបមន្ត និងតាមកម្មវិធី Minitab ដូចខាងក្រោម៖

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^{n}(Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^{n}(Y_t - \bar{Y})^2} \qquad k = 0, 1, 2, \ldots$$

ដែល r_k = មេគុណទំនាក់ទំនងសម្រាប់ Lag នៃគម្លាតអំឡុងពេល k (ACF for a lag of k periods)

$\bar{y}$ = មធ្យមនៃតម្លៃសង្កេតរបស់ទិន្នន័យ Time Series

Y_t = តម្លៃសង្កេតនៃរយៈពេល t

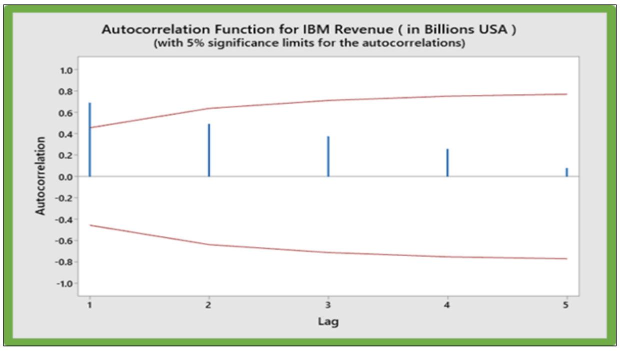
Y_{t-k} =តម្លៃសង្កេតមុនរយៈពេល t ចំនួន k ដង ឬ នៅរយៈពេល t-k

តារាង៣.២៖ មេគុណទំនាក់ទំនង Autocorrelation Function នៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM

Autocorrelations					
Lag	1	2	3	4	5
ACF	0.690594	0.491321	0.375648	0.258629	0.079775
T	3.16	1.61	1.1	0.72	0.22
LBQ	11.52	17.65	21.44	23.34	23.53

ប្រភព៖ Minitab Output

រូបភាពទី៣.២៖ ក្រាបបង្ហាញពីទំនាក់ទំនងនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM



ប្រភព៖ Minitab Output

តាមការគណនាមេគុណ Autocorrelation (ACF) ក្នុងតារាងទី ៣.២ និង ក្រាបទី ៣.២ បង្ហាញថា មេគុណទំនាក់ទំនង ACF រវាង Y_t និង Y_{t-k} នៅ Lag 1 ធំជាង Lag 2 និង Lag បន្តបន្ទាប់កាន់តែតូចទៅៗ ខិតទៅរកសូន្យ មួយវិញទៀតតម្លៃនៅ Lag 1 ធំខ្លាំង(ជិតស្មើរ1) ដូច្នេះ យើងសន្និដ្ឋានបានថា ទិន្នន័យដែលប្រមូលបាន ជាទិន្នន័យប្រភេទ Trend។

យោងតាមការបកស្រាយប្រភេទទិន្នន័យតាមក្រាបបន្ទាត់ក្នុងតារាងទី ៣.១ និងការបកស្រាយទិន្នន័យតាម Autocorelation ក្នុងតារាងទី ៣.២ និងរូបភាពទី ៣.២ នាំឱ្យទិន្នន័យដែលប្រមូលបានពីនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ជាទិន្នន័យប្រភេទ Trend។

៣.៤ ការពណ៌នាទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM តាមរយៈស្ថិតិពណ៌នា

ក្នុងចំណុចនេះ ទិន្នន័យនៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM នឹងធ្វើការពណ៌នាដោយប្រើប្រាស់នូវស្ថិតិពណ៌នា (Descriptive Statistic) ដែលមានដូចជា មធ្យម មេដ្យាន និងគម្លាតស្តង់ដាជាដើម។

តារាងទី៣.៣៖ ការពណ៌នាទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ពីឆ្នាំ២០០១ ដល់ឆ្នាំ២០២១

IBM Revenue ($B)	
Descriptive Statistic	
Mean	88,835.81
Standard Error	2,672.03
Median	91,134.00
Mode	#N/A
Standard Deviation	12,244.77
Sample Variance	149,934,351.66
Kurtosis	0.53
Skewness	-0.67
Range	49,566.00
Minimum	57,350.00
Maximum	106,916.00
Sum	1,865,552.00
Count	21.00

ប្រភព៖ Excel Output

យោងទៅតាម តារាងលទ្ធផលនៃការប្រើប្រាស់ស្ថិតិពណ៌នាខាងលើ យើងសង្កេតឃើញថា៖

- ក្នុងកំឡុងពេលពីឆ្នាំ២០០១ ដល់ឆ្នាំ២០២១ យើងសង្កេតឃើញថា មធ្យមនៃចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុនមានចំនួន ៨៨,៨៣៥.៨១ ប៊ីលានដុល្លារសហរដ្ឋអាមេរិក។
- គម្លាតស្តង់ដានៃចំណូលប្រចាំឆ្នាំមានចំនួន ២,៦៧២.០៣ ប៊ីលានដុល្លារសហរដ្ឋអាមេរិក

- វ៉ារ្យង់នៃចំណូលប្រចាំឆ្នាំស្មើនឹង ១៤៩,៩៣៤,៣៥១.៦៦ ប៊ីលានដុល្លារសហរដ្ឋអាមេរិក
- មេដ្យាននៃចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុនមានចំនួន ៩១,១៣៤.០០ ប៊ីលានដុល្លារសហរដ្ឋអាមេរិក
- ចាប់ពីឆ្នាំ២០០១ ដល់ឆ្នាំ២០២១ ប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន ច្រើនបំផុត ឬមានអប្បបរមា ចំនួន ១០៦,៩១៦.០០ ប៊ីលានដុល្លារសហរដ្ឋអាមេរិក ហើយទាបបំផុត ឬអតិបរមាមានចំនួន ៥៧,៣៥០.០០ ប៊ីលានដុល្លារសហរដ្ឋអាមេរិក
- នៅក្នុងរយៈពេល២១ឆ្នាំ គម្លាតនៃប្រាក់ចំណូលពីបរិមាណច្រើនបំផុត មកតិចបំផុតគឺ ៣៨២.៩៤២ លានដុល្លារអាមេរិក។

៣.៥ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM តាមវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ

ការព្យាករណ៍ដោយប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ (Quantitative Method) គឺមាននូវម៉ូដែលជាច្រើនសម្រាប់ធ្វើការព្យាករណ៍។ ទោះបីជាយ៉ាងនោះក្តី ការប្រើប្រាស់ម៉ូដែលនីមួយៗទាមទារអោយយើងស្គាលពីប្រភេទទិន្នន័យជាមុនសិន ទើបអាចជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលសមស្របបាន។ បន្ទាប់ពីធ្វើការវិភាគតាមការប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រខាងលើ យើងឃើញថា ទិន្នន័យនៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM រយៈពេល២១ឆ្នាំនេះ ជាប្រភេទទិន្នន័យបែប Trend។ ដូចនេះហើយ ម៉ូដែលសមស្របសម្រាប់ទិន្នន័យប្រភេទ Trend រួមមាន៖

- Absolute Change Model (ACM)
- Relative Change Model (RCM)
- Double Moving Average (DMA)
- Double Exponential Smoothing (DES)
- Holt´s Method of Exponential Smoothing (HES)
- Autoregressive (AR) Models។

៣.៥.១ ម៉ូដែល Absolute Change Model (ACM)

ម៉ូដែល Absolute Change Model (ACM) គឺជាម៉ូដែលមួយដែលត្រូវបានគេប្រើជាញឹកញាប់ក្នុងការព្យាករណ៍ ដោយម៉ូដែលអនុវត្តចំពោះទិន្នន័យប្រភេទ Trend ។ ខាងក្រោមនេះ គឺជាការគណនាព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM តាមរយៈម៉ូដែលនេះផ្ទាល់ដោយប្រើរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖

រូបមន្តរបស់ ACM៖

$$\hat{Y}_{t+1} = Y_t + (Y_t - Y_{t-1})$$

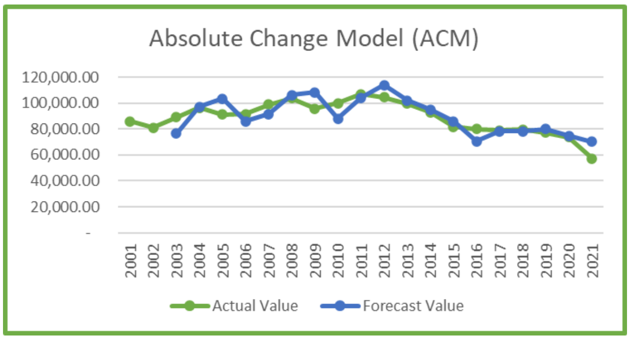
ខាងក្រោម គឺជាលទ្ធផលនៃការព្យាករណ៍នៃប្រាក់ចំណូលប្រចាំខែតាមរយៈម៉ូដែល ACM ៖

តារាងទី៣.៤៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំតាមរយៈម៉ូដែល ACM

Year	IBM Revenue ($B)	Forecast	et	et2	letl	letl/Yt	et/Yt
2001	85,866.00				-	-	-
2002	81,186.00				-	-	-
2003	89,131.00	76,506.00	12,625.00	159,390,625.00	12,625.00	0.14	0.14
2004	96,293.00	97,076.00	(783.00)	613,089.00	783.00	0.01	(0.01)
2005	91,134.00	103,455.00	(12,321.00)	151,807,041.00	12,321.00	0.14	(0.14)
2006	91,424.00	85,975.00	5,449.00	29,691,601.00	5,449.00	0.06	0.06
2007	98,786.00	91,714.00	7,072.00	50,013,184.00	7,072.00	0.07	0.07
2008	103,630.00	106,148.00	(2,518.00)	6,340,324.00	2,518.00	0.02	(0.02)
2009	95,758.00	108,474.00	(12,716.00)	161,696,656.00	12,716.00	0.13	(0.13)
2010	99,870.00	87,886.00	11,984.00	143,616,256.00	11,984.00	0.12	0.12
2011	106,916.00	103,982.00	2,934.00	8,608,356.00	2,934.00	0.03	0.03
2012	104,507.00	113,962.00	(9,455.00)	89,397,025.00	9,455.00	0.09	(0.09)
2013	99,751.00	102,098.00	(2,347.00)	5,508,409.00	2,347.00	0.02	(0.02)
2014	92,793.00	94,995.00	(2,202.00)	4,848,804.00	2,202.00	0.02	(0.02)
2015	81,741.00	85,835.00	(4,094.00)	16,760,836.00	4,094.00	0.05	(0.05)
2016	79,919.00	70,689.00	9,230.00	85,192,900.00	9,230.00	0.12	0.12
2017	79,139.00	78,097.00	1,042.00	1,085,764.00	1,042.00	0.01	0.01
2018	79,591.00	78,359.00	1,232.00	1,517,824.00	1,232.00	0.02	0.02
2019	77,147.00	80,043.00	(2,896.00)	8,386,816.00	2,896.00	0.04	(0.04)
2020	73,620.00	74,703.00	(1,083.00)	1,172,889.00	1,083.00	0.01	(0.01)
2021	57,350.00	70,093.00	(12,743.00)	162,384,049.00	12,743.00	0.22	(0.22)
	Total		(11,590.00)	1,088,032,448.00	114,726.00	1.33	(0.20)

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.៣៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល ACM



ប្រភព៖ Excel Output

- **តម្លៃលម្អៀងតាមរយៈវិធីសាស្ត្រនីមួយៗ**

ខាងក្រោម គឺជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែល ACM ដែលមានដូចជា MSE, RMSE, MAD, MAPE និង MPE ទៅលើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM។

តារាងទី៣.៥៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែលACM

Forecast Error Measures				
$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{n}\lvert e_t\rvert}{n}$	$MSE = \frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t^2)}{n}$	$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n}\lvert e_t\rvert/Y_t}{n}$	$MPE = \frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t/Y_t)}{n}$	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}e_t^2}{n}}$
6,038.21	57,264,865.68	0.06	(0.01)	7,567.36

ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈតារាងទី ៣.៥ ខាងលើបង្ហាញពីតម្លៃនៃការវាស់លម្អៀងរបស់ម៉ូដែល ACM ដែលមាន៖

- MAD មានលម្អៀង 6,038.21
- MSE មានលម្អៀង 57,264,865.68
- MAPE មានលម្អៀង 0.06
- MPE មានលម្អៀង -0.01
- RMSE មានលម្អៀង 7,567.36។

៣.៥.២ ម៉ូដែល Relative Change Model (RCM)

ការព្យាករណ៍ដោយប្រើប្រាស់ម៉ូដែល Relative Change Model (RCM) ទៅលើទិន្នន័យនៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ដោយអនុវត្តតាមរូបមន្តខាងក្រោម៖

រូបមន្តរបស់ RCM៖

$$\hat{Y}_{t+1} = Y_t \times \frac{Y_t}{Y_{t-1}}$$

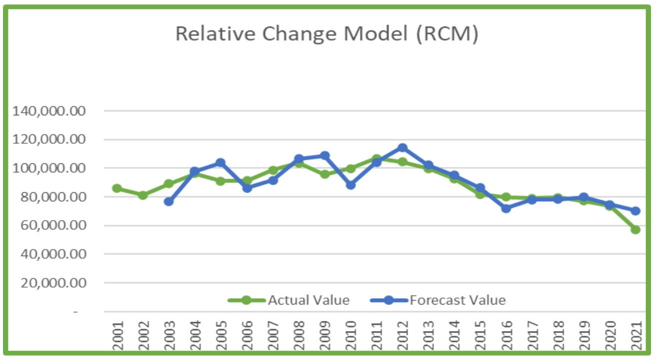
លទ្ធផលនៃការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលតាមម៉ូដែល RCM បានបង្ហាញក្នុងតារាងខាងក្រោម៖

តារាងទី៣.៦៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលតាមម៉ូដែល RCM

Year	IBM Revenue ($B)	Forecast	et	et2	Ietl	Ietl/Yt	et/Yt
2001	85,866.00						
2002	81,186.00						
2003	89,131.00	76,761.08	12,369.92	153,015,007.04	12,369.92	0.14	0.14
2004	96,293.00	97,853.51	(1,560.51)	2,435,195.23	1,560.51	0.02	(0.02)
2005	91,134.00	104,030.49	(12,896.49)	166,319,525.16	12,896.49	0.14	(0.14)
2006	91,424.00	86,251.40	5,172.60	26,755,801.95	5,172.60	0.06	0.06
2007	98,786.00	91,714.92	7,071.08	50,000,132.53	7,071.08	0.07	0.07
2008	103,630.00	106,740.83	(3,110.83)	9,677,273.77	3,110.83	0.03	(0.03)
2009	95,758.00	108,711.53	(12,953.53)	167,793,860.11	12,953.53	0.14	(0.14)
2010	99,870.00	88,483.98	11,386.02	129,641,513.72	11,386.02	0.11	0.11
2011	106,916.00	104,158.58	2,757.42	7,603,388.30	2,757.42	0.03	0.03
2012	104,507.00	114,459.11	(9,952.11)	99,044,441.69	9,952.11	0.10	(0.10)
2013	99,751.00	102,152.28	(2,401.28)	5,766,140.27	2,401.28	0.02	(0.02)
2014	92,793.00	95,211.44	(2,418.44)	5,848,853.93	2,418.44	0.03	(0.03)
2015	81,741.00	86,320.35	(4,579.35)	20,970,411.18	4,579.35	0.06	(0.06)
2016	79,919.00	72,005.34	7,913.66	62,626,088.56	7,913.66	0.10	0.10
2017	79,139.00	78,137.61	1,001.39	1,002,777.47	1,001.39	0.01	0.01
2018	79,591.00	78,366.61	1,224.39	1,499,124.24	1,224.39	0.02	0.02
2019	77,147.00	80,045.58	(2,898.58)	8,401,775.20	2,898.58	0.04	(0.04)
2020	73,620.00	74,778.05	(1,158.05)	1,341,074.90	1,158.05	0.02	(0.02)
2021	57,350.00	70,254.25	(12,904.25)	166,519,592.88	12,904.25	0.23	(0.23)
	Total		**(17,936.92)**	**1,086,261,978.13**	**115,729.90**	**1.34**	**(0.27)**

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.៤៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល RCM



ប្រភព៖ Excel Output

- **តម្លៃលម្អៀងតាមរយៈវិធីសាស្ត្រនីមួយៗ**

ខាងក្រោម គឺជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែល RCM ដែលមានដូចជា MSE, RMSE, MAD, MAPE និង MPE ទៅលើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ។

តារាងទី៣.៧៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល RCM

Forecast Error Measures				
MAD = $\frac{\sum_{t=1}^{n}\lvert e_t\rvert}{n}$	MSE = $\frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t^2)}{n}$	MAPE = $\frac{\sum_{t=1}^{n}\lvert e_t\rvert/Y_t}{n}$	MPE = $\frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t/Y_t)}{n}$	RMSE = $\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}e_t^2}{n}}$
6,091.05	57,171,683.06	0.07	(0.01)	7,561.20

ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈតារាងទី ៣.៧ ខាងលើបង្ហាញពីតម្លៃនៃការវាស់លម្អៀងរបស់ម៉ូដែល RCM ដែលមាន៖

- MAD មានលម្អៀង 6,091.05
- MSE មានលម្អៀង 57,171,683.06
- MAPE មានលម្អៀង 0.07
- MPE មានលម្អៀង -0.01
- RMSE មានលម្អៀង 7,561.20។

៣.៥.៣ ម៉ូដែល Double Moving Average (DMA)

ការព្យាករណ៍ដោយប្រើប្រាស់ម៉ូដែល Double Moving Average (DMA) ទៅលើទិន្នន័យនៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ដោយអនុវត្តតាមរូបមន្តខាងក្រោម៖

- M_t is moving average ទី១ ពី Y_t

$$M_t = \hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \cdots + Y_{t-k+1}}{k}$$

- M'_t is moving average ទី២ ពី M_t

$$M'_t = \frac{M_t + M_{t-1} + \cdots + M_{t-k+1}}{k}$$

- មេគុណនៃសមីការ Coefficients of Equation

$$a_t = 2M_t - M'_t$$
$$b_t = \frac{2}{k-1}(M_t - M'_t)$$

- សមីការព្យាករណ៍នៃ DMA:

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_t$$

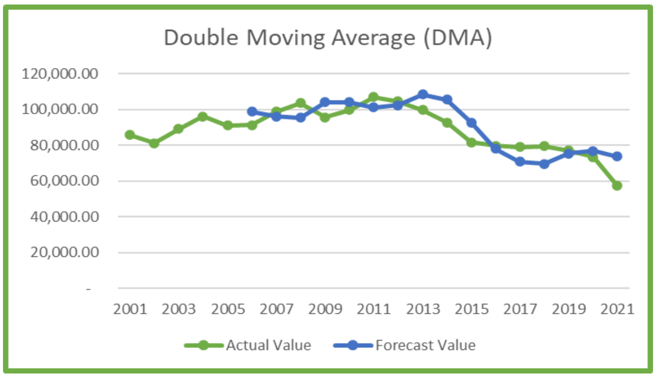
លទ្ធផលនៃការព្យាករណ៍លើប្រាក់ចំណូលតាមម៉ូដែល DMA បានបង្ហាញក្នុងតារាងខាងក្រោម៖

តារាងទី៣ .៨៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលតាមម៉ូដែល DMA

Year	IBM Revenue ($B)	Mt	M't	at	bt	Forecast	et	et22	$\|e_t\|$	$\|et\|/Y_t$	e_t/Y_t
2001	85,866.00										
2002	81,186.00										
2003	89,131.00	85,394.33									
2004	96,293.00	88,870.00									
2005	91,134.00	92,186.00	88,816.78	95,555.22	3,369.22						
2006	91,424.00	92,950.33	91,335.44	94,565.22	1,614.89	98,924.44	(7,500.44)	56,256,666.86	7,500.44	0.08	(0.08)
2007	98,786.00	93,781.33	92,972.56	94,590.11	808.78	96,180.11	2,605.89	6,790,656.90	2,605.89	0.03	0.03
2008	103,630.00	97,946.67	94,892.78	101,000.56	3,053.89	95,398.89	8,231.11	67,751,190.12	8,231.11	0.08	0.08
2009	95,758.00	99,391.33	97,039.78	101,742.89	2,351.56	104,054.44	(8,296.44)	68,830,990.42	8,296.44	0.09	(0.09)
2010	99,870.00	99,752.67	99,030.22	100,475.11	722.44	104,094.44	(4,224.44)	17,845,930.86	4,224.44	0.04	(0.04)
2011	106,916.00	100,848.00	99,997.33	101,698.67	850.67	101,197.56	5,718.44	32,700,606.86	5,718.44	0.05	0.05
2012	104,507.00	103,764.33	101,455.00	106,073.67	2,309.33	102,549.33	1,957.67	3,832,458.78	1,957.67	0.02	0.02
2013	99,751.00	103,724.67	102,779.00	104,670.33	945.67	108,383.00	(8,632.00)	74,511,424.00	8,632.00	0.09	(0.09)
2014	92,793.00	99,017.00	102,168.67	95,865.33	(3,151.67)	105,616.00	(12,823.00)	164,429,329.00	12,823.00	0.14	(0.14)
2015	81,741.00	91,428.33	98,056.67	84,800.00	(6,628.33)	92,713.67	(10,972.67)	120,399,413.78	10,972.67	0.13	(0.13)
2016	79,919.00	84,817.67	91,754.33	77,881.00	(6,936.67)	78,171.67	1,747.33	3,053,173.78	1,747.33	0.02	0.02
2017	79,139.00	80,266.33	85,504.11	75,028.56	(5,237.78)	70,944.33	8,194.67	67,152,561.78	8,194.67	0.10	0.10
2018	79,591.00	79,549.67	81,544.56	77,554.78	(1,994.89)	69,790.78	9,800.22	96,044,355.60	9,800.22	0.12	0.12
2019	77,147.00	78,625.67	79,480.56	77,770.78	(854.89)	75,559.89	1,587.11	2,518,921.68	1,587.11	0.02	0.02
2020	73,620.00	76,786.00	78,320.44	75,251.56	(1,534.44)	76,915.89	(3,295.89)	10,862,883.57	3,295.89	0.04	(0.04)
2021	57,350.00	69,372.33	74,928.00	63,816.67	(5,555.67)	73,717.11	(16,367.11)	267,882,326.12	16,367.11	0.29	(0.29)
	Total						(32,269.56)	1,060,862,890.12	111,954.44	1.35	(0.45)

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.៥៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DMA



ប្រភព៖ Excel Output

➢ **តម្លៃលម្អៀងតាមរយៈវិធីសាស្ត្រនីមួយៗ**

ខាងក្រោម គឺជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែល DMA ដែលមានដូចជា MSE, RMSE, MAD, MAPE និង MPE ទៅលើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ។

តារាងទី៣.៩៖ ការវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល DMA

Forecast Error Measures				
MAD = $\frac{\sum_{t=1}^{n}\lvert e_t\rvert}{n}$	MSE = $\frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t^2)}{n}$	MAPE = $\frac{\sum_{t=1}^{n}\lvert e_t\rvert/Y_t}{n}$	MPE = $\frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t/Y_t)}{n}$	RMSE = $\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}e_t^2}{n}}$
6,997.15	66,303,930.63	0.08	(0.03)	8,142.72

ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈតារាងទី ៣.៩ ខាងលើបង្ហាញពីតម្លៃនៃការវាស់លម្អៀងរបស់ម៉ូដែល DMA ដែលមាន៖

- MAD មានលម្អៀង 6,997.15
- MSE មានលម្អៀង 66,303,930.63
- MAPE មានលម្អៀង 0.08
- MPE មានលម្អៀង -0.03
- RMSE មានលម្អៀង 8,142.72។

៣.៥.៤ ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing (DES)

ការព្យាករណ៍ដោយប្រើប្រាស់ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing (DES) ទៅលើទិន្នន័យនៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ដោយអនុវត្តតាមរូបមន្តខាងក្រោម៖

រូបមន្តរបស់ DES៖

- គណនា Exponential Smoothing ទីមួយ

$$S_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)S_{t-1}$$

- គណនា Exponential Smoothing ទីពីរ

$$S'_t = \alpha S_t + (1-\alpha)S'_{t-1}$$

- រកមេគុណនៃសមីការលីនេអ៊ែរ (Coefficient of Linear Equation)

$$a_t = 2S_t - S'_t$$
$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}\left(S_t - S'_t\right)$$

- បង្កើតសមីការព្យាករណ៍

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_t p$$

ដែល $\hat{Y}_{t+p}$ = តម្លៃព្យាករណ៍សម្រាប់រយៈ ពេល p ទៅអនាគត

Y_t = តម្លៃជាក់ស្តែងនៅក្នុងរយៈពេល t

p = ចំនួនរយៈពេលទៅខាងមុខដែលនឹងត្រូវព្យាករណ៍

α = Smoothing Constant ($0 < \alpha < 1$)

ក្នុងការព្យាករណ៍ម៉ូដែល DES តាមរូបមន្តខាងលើយើងត្រូវរកតម្លៃ α ដែលសមស្របដើម្បីធ្វើការគណនា។ តម្លៃរបស់វា អាចធ្វើការគណនាបានតាមរយៈមុខងារ Solver របស់កម្មវិធី Excel ដែលបង្ហាញក្នុងតារាងទី ៣.១០ (មើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី ២.១)។

តាមការគណនាតម្លៃ α តាមកម្មវិធី Solver នៅក្នុង Microsoft Excel យើងកំណត់បានថា តម្លៃ α=0.14 គឺជាតម្លៃដែលល្អបំផុត ដើម្បីប្រើប្រាស់ម៉ូដែល DES ទៅធ្វើការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ដោយសន្មត់បាន៖ $S_1 = Y_1 = 85866$; $S'_1 = Y'_1 = 85866$ ។

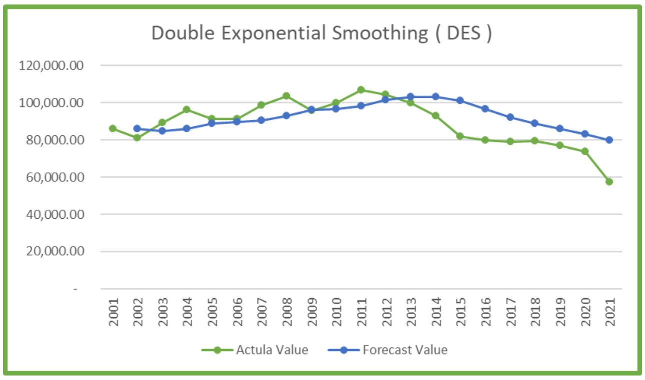
លទ្ធផលនៃការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលតាមម៉ូដែល DES បានបង្ហាញក្នុងតារាងខាងក្រោម៖

តារាងទី៣.១១៖ ការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DES

Year	IBM Revenue ($B)	st	s't	at	bt	Forecast	Error	e_t^2	$\|e_t\|$	$\|et\|/Y_t$	e_t/Y_t
2001	85,866.00	85,866.00	85,866.00	85,866.00	-						
2002	81,186.00	85,227.21	85,778.81	84,675.61	(87.19)	85,866.00	(4,680.00)	21,902,400.00	4,680.00	0.06	(0.06)
2003	89,131.00	85,760.05	85,776.25	85,743.86	(2.56)	84,588.42	4,542.58	20,635,060.34	4,542.58	0.05	0.05
2004	96,293.00	87,197.74	85,970.27	88,425.20	194.02	85,741.30	10,551.70	111,338,463.99	10,551.70	0.11	0.11
2005	91,134.00	87,735.01	86,211.15	89,258.87	240.88	88,619.22	2,514.78	6,324,106.91	2,514.78	0.03	0.03
2006	91,424.00	88,238.54	86,487.88	89,989.20	276.73	89,499.75	1,924.25	3,702,737.01	1,924.25	0.02	0.02
2007	98,786.00	89,678.20	86,923.34	92,433.07	435.46	90,265.92	8,520.08	72,591,710.51	8,520.08	0.09	0.09
2008	103,630.00	91,582.54	87,559.29	95,605.78	635.95	92,868.53	10,761.47	115,809,316.08	10,761.47	0.10	0.10
2009	95,758.00	92,152.46	88,186.23	96,118.70	626.94	96,241.74	(483.74)	234,002.05	483.74	0.01	(0.01)
2010	99,870.00	93,205.86	88,871.38	97,540.34	685.15	96,745.64	3,124.36	9,761,652.19	3,124.36	0.03	0.03
2011	106,916.00	95,077.21	89,718.44	100,435.98	847.06	98,225.49	8,690.51	75,524,974.53	8,690.51	0.08	0.08
2012	104,507.00	96,364.32	90,625.56	102,103.08	907.12	101,283.04	3,223.96	10,393,905.32	3,223.96	0.03	0.03
2013	99,751.00	96,826.58	91,471.96	102,181.20	846.40	103,010.20	(3,259.20)	10,622,395.07	3,259.20	0.03	(0.03)
2014	92,793.00	96,276.02	92,127.68	100,424.36	655.73	103,027.60	(10,234.60)	104,747,074.74	10,234.60	0.11	(0.11)
2015	81,741.00	94,292.08	92,423.11	96,161.05	295.43	101,080.08	(19,339.08)	374,000,089.44	19,339.08	0.24	(0.24)
2016	79,919.00	92,330.24	92,410.44	92,250.05	(12.68)	96,456.47	(16,537.47)	273,488,018.99	16,537.47	0.21	(0.21)
2017	79,139.00	90,529.72	92,153.73	88,905.71	(256.71)	92,237.37	(13,098.37)	171,567,323.81	13,098.37	0.17	(0.17)
2018	79,591.00	89,036.65	91,728.27	86,345.03	(425.46)	88,649.00	(9,058.00)	82,047,346.88	9,058.00	0.11	(0.11)
2019	77,147.00	87,413.78	91,139.37	83,688.20	(588.90)	85,919.57	(8,772.57)	76,957,968.06	8,772.57	0.11	(0.11)
2020	73,620.00	85,531.02	90,373.86	80,688.17	(765.51)	83,099.30	(9,479.30)	89,857,169.18	9,479.30	0.13	(0.13)
2021	57,350.00	81,684.48	89,187.81	74,181.15	(1,186.05)	79,922.67	(22,572.67)	509,525,321.90	22,572.67	0.39	(0.39)
	Total						(63,661.31)	2,141,031,037.00	171,368.70	2.11	(1.02)

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.៦៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DES



ប្រភព៖ Excel Output

ខាងក្រោម គឺជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែល DES ដែលមានដូចជា MSE, RMSE, MAD, MAPE និង MPE ទៅលើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ។

តារាងទី៣.១២៖ ការវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល DES

Forecast Error Measures				
MAD = $\frac{\sum_{t=1}^{n}\lvert e_t\rvert}{n}$	MSE = $\frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t^2)}{n}$	MAPE = $\frac{\sum_{t=1}^{n}\lvert e_t\rvert/Y_t}{n}$	MPE = $\frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t/Y_t)}{n}$	RMSE = $\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}e_t^2}{n}}$
8,568.44	107,051,551.85	0.11	(0.03)	10,346.57

ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈតារាងទី ៣.១២ ខាងលើបង្ហាញពីតម្លៃនៃការវាស់លម្អៀងរបស់ម៉ូដែល DES ដែលមាន៖

- MAD មានលម្អៀង 8,568.44
- MSE មានលម្អៀង 107,051,551.85
- MAPE មានលម្អៀង 0.11
- MPE មានលម្អៀង -0.03
- RMSE មានលម្អៀង 10,346.57។

៣.៥.៥ ម៉ូដែល Holts′ Method of Exponential Smoothing(HES)

ការព្យាករណ៍ដោយប្រើប្រាស់ម៉ូដែល Holt′s Method Exponential Smoothing (HES) ទៅលើទិន្នន័យនៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ដោយអនុវត្តតាមរូបមន្តខាងក្រោម៖

- គណនា Smoothing Level (L_t) ដោយប្រើ smoothing coefficient (α)

$$L_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t} - 1)$$

- គណនា Trend Level (T_t) ដោយប្រើ smoothing coefficient (β)

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)T_{t} - 1$$

- បង្កើតសមីការព្យាករណ៍សម្រាប់រយៈពេល p ទៅអនាគត

$$\hat{Y}_{t+p} = L_t + pT_t$$

ដើម្បីគណនាតាមម៉ូដែល HES យើងត្រូវរកតម្លៃ α និង β ដែលល្អជាងគេមក ប្រើប្រាស់មុខងារ Solver របស់កម្មវិធី Excel ។ លទ្ធផលនៃការគណនាតាម Solver បានបង្ហាញក្នុងតារាងទី ៣.១៣ (មើលនៅក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី ២.២)។

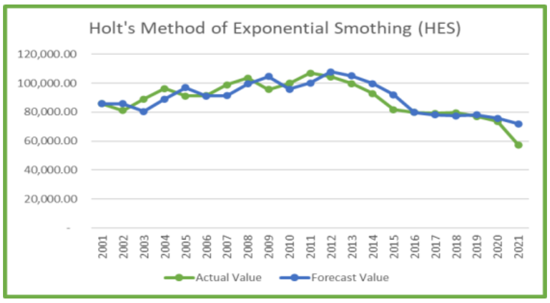
តាមលទ្ធផលនៃការគណនាតាម Solver នៅក្នុងកម្មវិធី Excel បានបង្ហាញថា Alpha= 0.99 និង Beta=0.11វាជាតម្លៃដែលល្អជាងគេសម្រាប់យកប្រើប្រាស់ក្នុងការគណនាម៉ូដែលនេះដើម្បីឲ្យបានលម្អៀងតូច។

តារាងទី៣.១៤៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលតាមម៉ូដែលHES

Year	IBM Revenue ($B)	Lt	Tt	Forecast	e_t	$e_{t}2$	|et|	/et//Yt	et/Yt
2001	85,866.00	85,866.00	-	85,866.00	-	-	-	-	-
2002	81,186.00	80,949.55	(528.42)	85,866.00	(4,680.00)	21,902,400.00	4,680.00	0.06	(0.06)
2003	89,131.00	88,735.81	394.95	80,421.13	8,709.87	75,861,810.58	8,709.87	0.10	0.10
2004	96,293.00	95,888.06	1,099.03	89,130.76	7,162.24	51,297,637.35	7,162.24	0.07	0.07
2005	91,134.00	90,874.45	380.24	96,987.09	(5,853.09)	34,258,656.90	5,853.09	0.06	(0.06)
2006	91,424.00	91,104.47	342.72	91,254.70	169.30	28,663.03	169.30	0.00	0.00
2007	98,786.00	98,370.67	1,067.59	91,447.19	7,338.81	53,858,134.59	7,338.81	0.07	0.07
2008	103,630.00	103,228.64	1,414.96	99,438.26	4,191.74	17,570,723.76	4,191.74	0.04	0.04
2009	95,758.00	95,512.07	353.94	104,643.60	(8,885.60)	78,953,879.96	8,885.60	0.09	(0.09)
2010	99,870.00	99,483.55	722.86	95,866.01	4,003.99	16,031,909.31	4,003.99	0.04	0.04
2011	106,916.00	106,478.56	1,356.35	100,206.41	6,709.59	45,018,604.73	6,709.59	0.06	0.06
2012	104,507.00	104,176.23	886.85	107,834.91	(3,327.91)	11,074,978.12	3,327.91	0.03	(0.03)
2013	99,751.00	99,456.20	234.36	105,063.08	(5,312.08)	28,218,202.10	5,312.08	0.05	(0.05)
2014	92,793.00	92,537.91	(547.59)	99,690.55	(6,897.55)	47,576,236.14	6,897.55	0.07	(0.07)
2015	81,741.00	81,557.16	(1,638.16)	91,990.32	(10,249.32)	105,048,649.00	10,249.32	0.13	(0.13)
2016	79,919.00	79,641.13	(1,575.92)	79,919.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2017	79,139.00	78,853.33	(1,402.61)	78,065.21	1,073.79	1,153,034.75	1,073.79	0.01	0.01
2018	79,591.00	79,293.31	(1,125.71)	77,450.72	2,140.28	4,580,818.77	2,140.28	0.03	0.03
2019	77,147.00	76,888.76	(1,199.87)	78,167.60	(1,020.60)	1,041,633.06	1,020.60	0.01	(0.01)
2020	73,620.00	73,384.29	(1,380.10)	75,688.90	(2,068.90)	4,280,332.38	2,068.90	0.03	(0.03)
2021	57,350.00	57,294.10	(2,883.56)	72,004.19	(14,654.19)	214,745,170.56	14,654.19	0.26	(0.26)
	Total				**(21,449.62)**	**812,501,475.09**	**104,448.86**	**1.23**	**(0.36)**

ប្រភព៖ Excel Output

របភាពទី៣.៧៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល HES



ប្រភព៖ Excel Output

វិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែល HES មានដូចជា MSE, RMSE, MAD, MAPE និង MPE ៖

តារាងទី៣.១៥៖ ការវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែលHES

Forecast Error Measures				
$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{n}\lvert e_t\rvert}{n}$	$MSE = \frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t^2)}{n}$	$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{n}\lvert e_t\rvert/Y_t}{n}$	$MPE = \frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t/Y_t)}{n}$	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}e_t^2}{n}}$
5,222.44	40,625,073.75	0.06	(0.02)	6,373.78

ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈតារាងទី ៣.១៤ ខាងលើបង្ហាញពីតម្លៃនៃការវាស់លម្អៀងរបស់ម៉ូដែល HES ដែលមាន៖

- MAD មានលម្អៀង 5,222.44
- MSE មានលម្អៀង 40,625,073.75
- MAPE មានលម្អៀង 0.06
- MPR មានលម្អៀង -0.02
- RMSE មានលម្អៀង 6,373.78 ។

៣.៥.៦ ម៉ូដែល Autoregressive (AR)

ម៉ូដែល Autoregressive (AR) គឺសមស្របសម្រាប់ការព្យាករណ៍ទៅលើទិន្នន័យ Time Series ដែលមាន លំនាំទិន្នន័យ (Data Pattern) ផ្សេងគ្នាៗ ហើយជាម៉ូដែលព្យាករណ៍ដែលមានច្រើនលំដាប់ (*p*) ។ ការកំណត់លំដាប់នៃ AR គឺត្រូវបានវិភាគទៅលើ Pattern នៃ Partial Autocorrelation Function (PACF) តាមរយៈកម្មវិធី Minitab។ ហេតុដូចនេះហើយ ដើម្បីកំណត់លំដាប់នៃ AR ដែលសមស្របសម្រាប់ការព្យាករណ៍ទិន្នន័យនៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM យើងត្រូវធ្វើការគណនា និងវិភាគ PACF ជាមុនសិន។

៣.៥.៦.១ ការកំណត់លំដាប់នៃម៉ូដែល AR តាម Partial Autocorrelation Function

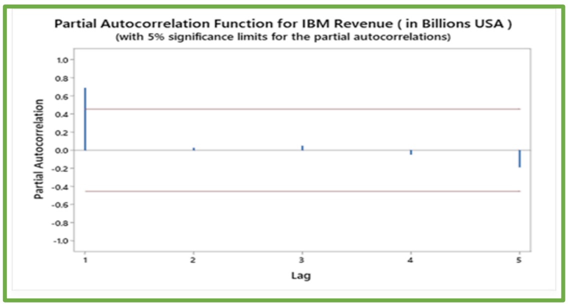
Partial Autocorrelation Function (PACF) ដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់ បញ្ជាក់អំពីម៉ូដែល AR(*p*) គួរជ្រើសរើស *p* ចំនួនប៉ុន្មាន នឹងត្រូវបានគណនាតាមការប្រើប្រាស់កម្មវិធី Minitab មានលទ្ធផលដូចតារាងខាងក្រោម៖

តារាងទី៣.១៦៖ Partial Autocorrelation Functions

Partial Autocorrelations					
Lag	1	2	3	4	5
PACF	0.690594	0.02753	0.051032	-0.048054	-0.190807
T	3.16	0.13	0.23	-0.22	-0.87

ប្រភព៖Minitab

រូបភាពទី៣.៨៖ Partial Autocorrelation Functions (PACF)



ប្រភព៖ Minitab

តាមរយៈលទ្ធផលខាងលើ មេគុណ PACF ដំបូងនៅ Lag 1 មានតម្លៃធំ ហើយនៅ Lag បន្តបន្ទាប់មេគុណមានតម្លៃតូចៗខិតទៅរកសូន្យ ហើយមានតម្លៃក្រោមសូន្យ។ ដូចនេះ យើងអាចសន្និដ្ឋានបានថា ម៉ូដែល Autoregressive គឺមានលំដាប់ ១ AR(1)។

៣.៥.៦.២ ម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់ទី១ AR(1)

ដោយយោងទៅតាមការបកស្រាយ ដោយប្រើប្រាស់មេគុណ PACF យើងសន្និដ្ឋានបានថា ទិន្នន័យនៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ជាម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់១ AR(1) ដែលមានទំនាក់ទំនងរវាងតម្លៃនៃអថេរតៗគ្នារវាង Yt និង Y(t-1) នៅក្នុងទិន្នន័យ Time Series។

រូបមន្ត Autoregressive model លំដាប់ទីមួយ AR (1) ៖

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

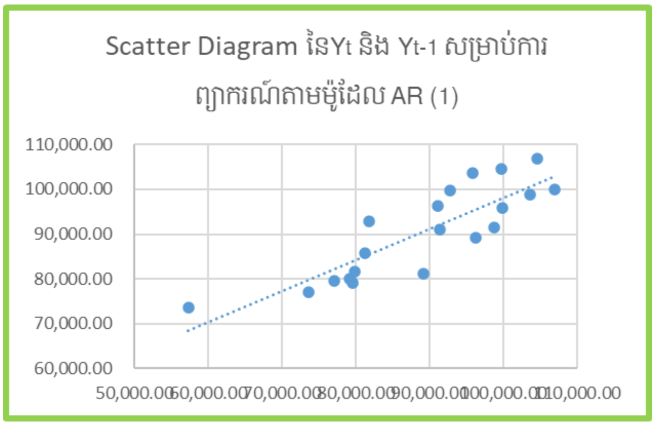
តារាងទី៣.១៧៖ តារាងកំណត់តម្លៃY-lagged ក្នុងម៉ូដែលAR(1)

Year	IBM Revenue ($B)	Y-lag 1
2001	85,866.00	
2002	81,186.00	85,866.00
2003	89,131.00	81,186.00
2004	96,293.00	89,131.00
2005	91,134.00	96,293.00
2006	91,424.00	91,134.00
2007	98,786.00	91,424.00
2008	103,630.00	98,786.00
2009	95,758.00	103,630.00
2010	99,870.00	95,758.00
2011	106,916.00	99,870.00
2012	104,507.00	106,916.00
2013	99,751.00	104,507.00
2014	92,793.00	99,751.00
2015	81,741.00	92,793.00
2016	79,919.00	81,741.00
2017	79,139.00	79,919.00
2018	79,591.00	79,139.00
2019	77,147.00	79,591.00
2020	73,620.00	77,147.00
2021	57,350.00	73,620.00

ប្រភព៖ Excel Output

សម្គាល់៖ Y lagged (Y_{t-1}) ជាអថេរឯករាជ្យ (Independent Variable) ដែលបានមកពីតម្លៃនៃទិន្នន័យឆ្នាំចាស់ (មើលតារាងទី៣.១៨ ក្នុងឧបសម្ព័ន្ធ២.៣)។

រូបភាពទី៣.៩៖ ដ្យាក្រាមចំណុចនៃ Y_t និង $Y_{(t-1)}$ សម្រាប់ការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល AR (1)



ប្រភព៖ Excel Output

តារាងទី៣.១៩៖ តារាងលទ្ធផលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល AR(1)

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.85
R Square	0.73
Adjusted R Square	0.71
Standard Error	6703.16
Observations	20.00

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	1.00	2180643634.13	2180643634.13	48.53	0.00
Residual	18.00	808782642.07	44932369.00		
Total	19.00	2989426276.20			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*	*Lower 95.0%*	*Upper 95.0%*
Intercept	-6433.46	13778.49	-0.47	0.65	-35380.99	22514.06	-35380.99	22514.06
Y-lag 1	1.06	0.15	6.97	0.00	0.74	1.37	0.74	1.37

ប្រភព៖ Minitab

តាមរយៈតារាងលទ្ធផលខាងលើ ដូចច្នេះយើងអាចធ្វើការសន្និដ្ឋានបានថា សមីការព្យាករណ៍នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនគឺ៖ $Y = -6433.46 + 1.06$Y-lagged ដែល Y ជាបរិមាណចំណូលប៉ាន់ស្មាននៅគ្រាទី (t) ហើយ Y-lagged ជាឆ្នាំទី (t-1)។ តាមរយៈតម្លៃ R Square គឺ Y-lagged អាចពន្យល់ពីចំណូលនៅឆ្នាំទី (t) បាន 73%។

តារាងទី៣.២០៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលតាមម៉ូដែល AR(1)

Year	IBM Revenue ($B)	Forecasted Revenue	Residuals	et2	$\lvert e_t \rvert$	$\lvert et \rvert / Y_t$	e_t/Y_t
2001	85,866.00						
2002	81,186.00	84,188.51	(3,002.51)	9,015,065.59	3,002.51	0.04	(0.04)
2003	89,131.00	79,249.29	9,881.71	97,648,143.32	9,881.71	0.12	0.12
2004	96,293.00	87,634.35	8,658.65	74,972,171.59	8,658.65	0.10	0.10
2005	91,134.00	95,193.04	(4,059.04)	16,475,838.33	4,059.04	0.04	(0.04)
2006	91,424.00	89,748.30	1,675.70	2,807,985.19	1,675.70	0.02	0.02
2007	98,786.00	90,054.36	8,731.64	76,241,568.01	8,731.64	0.10	0.10
2008	103,630.00	97,824.13	5,805.87	33,708,159.81	5,805.87	0.06	0.06
2009	95,758.00	102,936.43	(7,178.43)	51,529,831.51	7,178.43	0.07	(0.07)
2010	99,870.00	94,628.41	5,241.59	27,474,252.53	5,241.59	0.06	0.06
2011	106,916.00	98,968.17	7,947.83	63,168,032.25	7,947.83	0.08	0.08
2012	104,507.00	106,404.43	(1,897.43)	3,600,256.79	1,897.43	0.02	(0.02)
2013	99,751.00	103,862.00	(4,111.00)	16,900,352.02	4,111.00	0.04	(0.04)
2014	92,793.00	98,842.58	(6,049.58)	36,597,380.27	6,049.58	0.06	(0.06)
2015	81,741.00	91,499.18	(9,758.18)	95,222,171.68	9,758.18	0.11	(0.11)
2016	79,919.00	79,835.03	83.97	7,050.45	83.97	0.00	0.00
2017	79,139.00	77,912.12	1,226.88	1,505,245.64	1,226.88	0.02	0.02
2018	79,591.00	77,088.91	2,502.09	6,260,441.48	2,502.09	0.03	0.03
2019	77,147.00	77,565.95	(418.95)	175,517.51	418.95	0.01	(0.01)
2020	73,620.00	74,986.58	(1,366.58)	1,867,538.21	1,366.58	0.02	(0.02)
2021	57,350.00	71,264.22	(13,914.22)	193,605,639.88	13,914.22	0.20	(0.20)
		Total	**0.00**	**808,782,642.07**	**103,511.87**	**1.18**	**(0.01)**

ប្រភព៖ Excel Output

ខាងក្រោម គឺជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែល AR(1) មានដូចជា MSE, RMSE, MAD, MAPE និង MPE ទៅលើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ។

តារាងទី៣.២១៖ តារាងវាស់លម្អៀងរបស់ម៉ូដែល AR(1)

Forecast Error Measures				
MAD = $\frac{\sum_{t=1}^{n}\lvert e_t\rvert}{n}$	MSE = $\frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t^2)}{n}$	MAPE= $\frac{\sum_{t=1}^{n}\lvert e_t\rvert/Y_t}{n}$	MPE = $\frac{\sum_{t=1}^{n}(e_t/Y_t)}{n}$	RMSE = $\sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}e_t^2}{n}}$
5,175.59	40,439,132.10	0.06	(0.00)	6,359.18

ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈតារាងទី ៣.១៤ ខាងលើបង្ហាញពីតម្លៃនៃការវាស់លម្អៀងរបស់ម៉ូដែល AR(1) ដែលមាន៖

- MAD មានលម្អៀង 5,175.59
- MSE មានលម្អៀង 40,439,132.10
- MAPE មានលម្អៀង 0.06
- MPR មានលម្អៀង -0.00
- RMSE មានលម្អៀង 6,359.18 ។

៣.៦ ការជ្រើសរើសម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍

បន្ទាប់ពីបានធ្វើការអនុវត្តនៃការព្យាករណ៍នូវម៉ូដែលនីមួយៗខាងលើ និងការវាស់វែងលម្អៀងសម្រាប់ម៉ូដែលទាំងនោះ ដូច្នេះជំហ៊ានបន្ទាប់ យើងនឹងធ្វើការប្រៀបធៀបលម្អៀងនៃម៉ូដែលនីមួយៗ ដើម្បីធ្វើការជ្រើសរើសម៉ូដែល ដែលសមស្របជាងគេ ឬមានError ទាបបំផុត។

តារាងទី៣.២២៖ ការប្រៀបធៀបលម្អៀងនៃម៉ូដែលព្យាករណ៍ ACM, RCM, DMA, DES, HES, AR(1)

	MAD	MSE	MAPE	MPE	RMSE
Absolute Change Model (ACM)	6,038.21	57,264,865.68	0.06	(0.01)	7,567.36
Ralative Change Model (RCM)	6,091.05	57,171,683.06	0.07	(0.01)	7,561.20
Double Moving Average (DMA)	6,997.15	66,303,930.63	0.08	(0.03)	8,142.72
Double Exponential Smoothing (DES)	8,568.44	107,051,551.85	0.11	(0.03)	10,346.57
Holt's Mehod Exponential Smoothing (HES)	5,222.44	40,625,073.75	0.06	(0.02)	6,373.78
Autoregressive Model (ARM)	5,175.59	40,439,132.10	0.06	(0.00)	6,359.18

ប្រភព៖ Excel Output

ដោយប្រៀបធៀបម៉ូដែលព្យាករណ៍ទាំង៥ខាងលើ យើងសង្កេតឃើញថា ម៉ូដែល AR(1) មានលម្អៀង MSE, RMES និង MAD តូចជាងគេ នាំឱ្យយើងសន្និដ្ឋានបានថា ម៉ូដែល AR(1) គឺជាម៉ូដែលល្អជាងគេ ដែលត្រូវជ្រើសរើសយកមកធ្វើការព្យាករណ៍ទៅលើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM នៅឆ្នាំបន្ទាប់ៗ។

៣.៧ ការត្រួតពិនិត្យលើលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀង

ដើម្បីអាចយកម៉ូដែល AR(1) ទៅព្យាករណ៍ពីប្រាក់ចំណូលនៅអនាគតបាន និងដើម្បីឱ្យលទ្ធផលនៃការព្យាករណ៍មានភាពត្រឹមត្រូវអាចទទួលយកបាន ចាំបាច់តម្រូវឱ្យមានការត្រួតពិនិត្យទៅលើលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀង។ លក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល AR (1) ដែលរួមមាន៖

- លម្អៀង (Residuals) ត្រូវមានភាពណរម៉ាល់ (Normality)

- លម្អៀង (Residuals) ត្រូវមានវ៉ារ្យង់មានតម្លៃថេរស្មើគ្នា (Homoscedasticity)
- លម្អៀង (Residuals) ពីមួយឆ្នាំទៅមួយឆ្នាំ គឺមានភាពឯករាជ្យ (Independent)

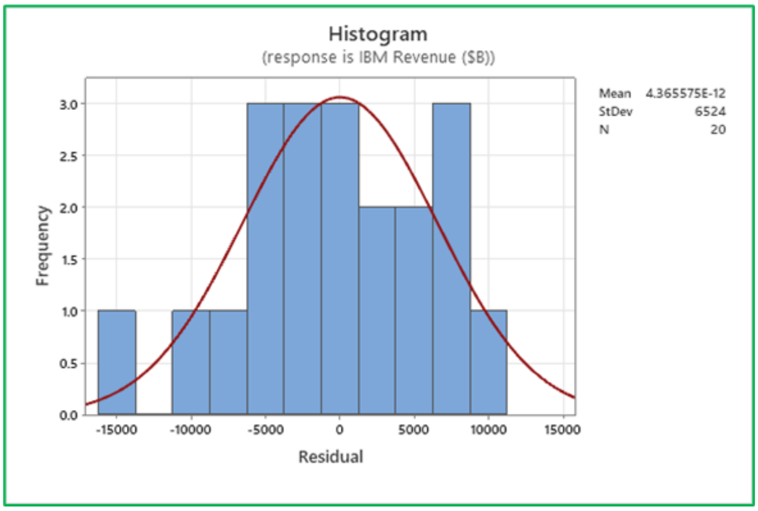
➢ ដើម្បីធ្វើតេស្តរកភាពណរម៉ាល់ (Normality) នៃលម្អៀង (Residuals) យើងត្រូវ៖

១. សង់អ៊ីស្តូក្រាម (Histogram) នៃលម្អៀង (Residuals)

២.សង់ដ្យាក្រាមចំណុច ដែល មានអ័ក្សអាប់ស៊ីសតាង $\hat{y}$ អ័ក្សអរដោនេតាងឱ្យលម្អៀង (Residuals)

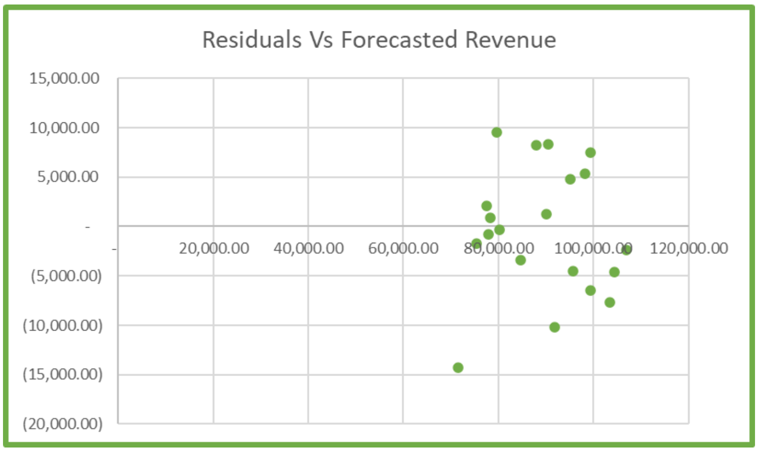
៣.សង់ក្រាបដែលមានអ័ក្សអាប់ស៊ីសតាងឱ្យលម្អៀង (Residuals) អ័ក្សអរដោនេតាងឱ្យពេល (Time period) ដើម្បីធ្វើតេស្តថាតើលម្អៀង (Residuals) មានភាពឯករាជ្យឬទេ។

រូបភាពទី៣.១០៖ អ៊ីស្តូក្រាមនៃលម្អៀង (Residuals) របស់ម៉ូដែល AR(1)



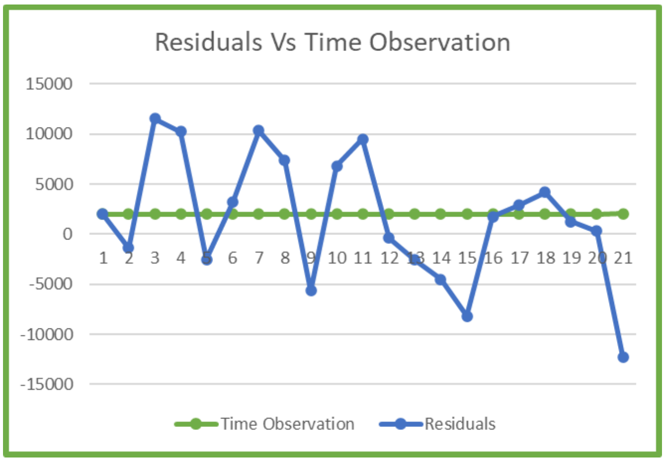
ប្រភព៖ Minitab

រូបភាពទី៣.១១៖ ដ្យាក្រាមចំណុចរវាងលម្អៀង និង តម្លៃព្យាករណ៍



ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.១២៖ ក្រាបបន្ទាត់រវាងលម្អៀង (Residuals) និងពេល (Time)



ប្រភព៖ Excel Output

យោងតាមក្រាបទី ៣.១០ រហូតដល់ទី ៣.១២ ខាងលើ យើងអាចសន្និដ្ឋានបានថា ម៉ូដែលAR (1) បានបំពេញលក្ខខណ្ឌចាំបាច់ទាំងបីនៃលម្អៀង (Residuals)។

សេចក្តីសន្និដ្ឋាន
និង ការផ្តល់អនុសាសន៍

សេចក្តីសន្និដ្ឋាន និងការផ្តល់អនុសាសន៍

១. សេចក្តីសន្និដ្ឋាន

បន្ទាប់ពីបានធ្វើការសិក្សាស្រាវជ្រាវលើប្រធានបទ "ការជ្រើសរើសម៉ូដែលព្យាករណ៍នៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM" រួចមក យើងសង្កេតឃើញថា ក្រុមហ៊ុន IBM បានប្រើប្រាស់នូវយុទ្ធសាស្ត្រជាច្រើន ដើម្បីប្រឈមមុខនឹងទីផ្សារប្រកួតប្រជែង និងដើម្បីឲ្យផលិតផល និងសេវាកម្មរបស់ពួកគេមានភាពទាក់ទាញ និងអាចបំពេញតម្រូវការអត់ដែនកំណត់របស់អតិថិជនបាន។ យុទ្ធសាស្ត្រ IBM មានដូចជា យុទ្ធសាស្ត្របែងចែកផលិតផល យុទ្ធសាស្ត្រធ្វើពិពិធកម្ម និងយុទ្ធសាស្ត្រនៃការធ្វើកំណើន។ ម្យ៉ាងទៀត ក្រុមហ៊ុន IBM គឺជាក្រុមហ៊ុនដ៏ធំមួយក្នុងចំណោមក្រុមហ៊ុនបច្ចេកវិទ្យាធំៗជាច្រើនលើសកលលោក បន្ថែមពីនេះ ក្រុមហ៊ុន IBM ធ្លាប់ឈរនៅចំណាត់ថ្នាក់ជាក្រុមហ៊ុនធំជាងគេអស់រយៈពេលជាច្រើនឆ្នាំផងដែល ក្នុងការលក់នូវគ្រឿងនៃកុំព្យូទ័រដូចជា Software និងការផ្តល់សេវាកម្មប្រឹក្សាយោបល់នៃ Mainframe Computer ជាដើម។ លើសពីនេះ ក្រុមហ៊ុន IBM មាននូវគោលជំហរ និងគោលដៅយ៉ាងច្បាស់ក្នុងការប្រែក្លាយខ្លួន ទៅជាក្រុមហ៊ុនបច្ចេកវិទ្យាព័ត៌មានដែលជោគជ័យ និងសំខាន់បំផុតរបស់ពិភពលោក។

ដោយឡែក សម្រាប់ទិន្នន័យនៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ចាប់ពីឆ្នាំ២០០១ រហូតដល់ឆ្នាំ២០២១ ដែលទទួលបានតាមរយៈរបាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុនៃគេហទំព័រផ្លូវការរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ហើយបានធ្វើការកំណត់នូវប្រភេទទិន្នន័យ តាមរយៈវិធីសាស្ត្រមេគុណទំនាក់ទំនង ACF យើងអាចសន្និដ្ឋានបានថា ទិន្នន័យនៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM ក្នុងរយៈពេល២១ឆ្នាំចុងក្រោយនេះ ជាទិន្នន័យប្រភេទ Trend។ ដោយផ្អែកទៅលើទិន្នន័យដែលមានប្រភេទជា Trend ដូច្នេះ ម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍តាមបែបបរិមាណវិស័យ ដែលសមស្របយកមកអនុវត្តរួមមាន៖ ម៉ូដែល Absolute Change Model ម៉ូដែល Relative Change Model ម៉ូដែល Double Moving Average, ម៉ូដែល Double Exponential Smoothning Model ម៉ូដែល Holt's Method និងម៉ូដែល Autoregressive Model។ លើសពីនេះ ការប្រៀបធៀបនៃម៉ូដែលនីមួយៗ ដែលក្នុងគោលបំណងជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលល្អបំផុតសម្រាប់ការព្យាករណ៍នៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM យើងបានប្រើប្រាស់នូវវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងមួយចំនួនដូចជា៖ មធ្យមនៃការេលម្អៀង(MSE), ឫសការេនៃមធ្យមនៃការេលម្អៀង (RMSE), មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតលម្អៀង (MAD), មធ្យមនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ (MPE) និងមធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ(MAPE)។

សរុបមកវិញ បន្ទាប់ពីបានធ្វើការសិក្សាស្រាវជ្រាវ ក្នុងការជ្រើសរើសម៉ូដែលសម្រាប់ការព្យាករណ៍ទៅលើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM បានរកឃើញបានថា ម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់១ គឺមាន

លម្អៀង ឬ Error តូចជាងគេបង្អស់ក្នុងចំណោមម៉ូដែលផ្សេងៗទៀត។ មួយវិញទៀត តាមរយៈការពិនិត្យភាពចាំបាច់នៃលម្អៀង យើងឃើញថា ម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់១ បានបំពេញលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀងទាំងបី។ ដូច្នេះយើងសន្និដ្ឋានបានថា ម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់១ ជាម៉ូដែលល្អជាងគេបំផុតសម្រាប់ធ្វើការជ្រើសរើសយកមកធ្វើការព្យាករណ៍សម្រាប់ប្រាក់ចំណូលរបស់ IBM។

២. អនុសាសន៍

ឆ្លងតាមរយៈការសិក្សាស្រាវជ្រាវលើប្រធានបទ "ការជ្រើសរើសម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍លើចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន International Business Machine (IBM)" រួចមកនេះ យើងសង្កេតឃើញថា ការសិក្សាមួយនេះគឺមានលក្ខណៈនៅមានកំណត់នៅឡើយដោយសារកត្តាមួយចំនួនដូចជា ការប្រមូលទិន្នន័យនៅមានចំនួនតិចនៅឡើយ ដែលអ្នកវិទូជាច្រើនបានលើកឡើងថា ទិន្នន័យកាន់តែច្រើន នោះលទ្ធផលនៃការព្យាករណ៍នឹងផ្តល់នូវភាពជឿជាក់កាន់តែខ្ពស់។ មួយវិញទៀត សម្រាប់វិធីសាស្ត្រនៃការស្រាវជ្រាវមួយនេះ គឺបានប្រើប្រាស់នូវវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ (Quantitative Method) ដែលជាវិធីសាស្ត្រមួយផ្តោតលើការប្រើប្រាស់រូបមន្តគណិតវិទ្យាទៅលើទិន្នន័យនៃអតីតកាលយកមកព្យាករណ៍នៅពេលអនាគតតែមួយប៉ុណ្ណោះ ក៏ប៉ុន្តែដោយសង្កេតឃើញនូវបញ្ហាសង្គមដែលកើតឡើងដោយមិនបានព្រាងទុកមមួយចំនួន ឧទាហរណ៍ដូចជា ការរីករាលដាលនៃជម្ងឺកូវីដ ១៩ ដែលបានបង្កផលប៉ះពាល់ដល់គ្រប់វិស័យទាំងអស់លើសកលលោក បន្ថែមពីនេះក៏មាននូវការកើតឡើងនូវសង្គ្រាមរវាងរុស្ស៊ី និងអ៊ុយក្រែន ដែលបានធ្វើអោយសេដ្ឋកិច្ចស្ទើរតែទាំងពិភពលោកជាប់គាំង ទាំងនេះទាមទារអោយយើងគួរគប្បីបញ្ចូលនូវវិធីសាស្ត្រគុណវិស័យ (Qualitative Method) បន្ថែមទៀតសម្រាប់ធ្វើការវិភាគអោយបានកាន់តែច្បាស់ និងផ្តល់ភាពជឿជាក់កាន់តែខ្ពស់។ ដូច្នេះ ដើម្បីឲ្យលទ្ធផលអាចអនុវត្តបាន និងជាអនុសាសន៍សម្រាប់ការស្រាវជ្រាវលើកក្រោយជាបន្តបន្ទាប់ទៀត អ្នកស្រាវជ្រាវគួរះ

- ធ្វើការប្រមូលទិន្នន័យបន្ថែមអោយមានចំនួនច្រើន និងមានប្រភពច្បាស់លាស់ដែលអាចជឿជាក់បានសម្រាប់យកមកធ្វើការព្យាករណ៍។
- ធ្វើការព្យាករណ៍ដោយបន្ថែមនូវ វិធីសាស្ត្រតាមបែបបរិមាណវិស័យទៅលើ ការព្យាករណ៍តាមបែបគុណវិស័យបន្ថែមទៀត។
- ធ្វើការសិក្សាក្នុងលើការប្រើប្រាស់ម៉ូដែលព្យាករណ៍ថ្មីៗបន្ថែមទៀតដូចជា ម៉ូដែល ARIMA ជាដើម ដើម្បីឱ្យលទ្ធផលអាចយកទៅអនុវត្តបានកាន់ល្អ។

ឯកសារយោង

ឯកសារយោង

ឯកសារដកស្រង់ពីសៀវភៅ អត្ថបទសិក្សា ៖

Andrius Buteikis, andrius. buteikis (2019). Time series with trend and seasonality components. Retrieved from http://web.vu.lt/mif/a.buteikis/wp-content/uploads/2020/02/Lecture_02.pdf

Bovas Ahbraham & Johannes Ledolter (1983). Statiscal Methods for Forecasting Retrieved from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2307/3314920

Bui, Y. N. (2020). How to write a master's thesis. SAGE, Publications, Inc. Retrieved from https://www.amazon.com/How-Write-Master%E2%80%B2s-Thesis-Yvonne/dp/1506336094

Douglas C. Montgomery, Cheryl L. Jennings, Murat Kulahci," Introduction to Time Series Analysis and Forecasting. Retrieved from: "https://books.google.com.kh/books?id=-qaFi0oOPAYC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false

Financial reporting. IBM. Retrieved May 28, 2022, from https://www.ibm.com/investor/financials/financial-reporting

Hoshmand, A. R. (2009). Business forecasting: a practical approach. Routledge. Retrieved from https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9780203874011/business-forecasting-reza-hoshmand

Howard Boville. SIFMA. Retrieved May 15, 2022, from https://www.sifma.org/people/howard-boville/

J. Holton Wilon and Barry Keating (2009). 6th edition, page 56-59

John E. Hanke and Dean Wichern (2014). Business Forecasting, 9th edition,

Lewis, C. (1997, October 31). Demand forecasting and inventory control. Retrieved July 12, 2022, from https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781856179898/demand-forecasting-inventory-control-colin-lewis

Lucjan Kurzak (2012). "Importance of Forecasting in Enterprise Management," Advanced Logistic systems, University of Miskolc, Department of Material Handling and Logistics, vol. 6(1), pages 173-182, December.

M. Gilliland & L. Tashman, & U. Sglaro, Business Forecasting" The Emerging Role of Artifical Intelligence and Machines Learning Retrieved from https://www.perlego.com/book/2583018/business-forecasting-the-emerging-role-of-artificial-intelligence-and-machine-learning-pdf

Revenue forecasting Importanto Have Secure Financial Future: Board app. Board by BudgetBakers. (2019, September 27). Retrieved June 15, 2022, from https://board.budgetbakers.com/blog/why-is-revenue-forecasting-important/

Rob J Hyuman and Georage Athanasopoulos (2018). Forecasting: Principle and Practice, page 14.

Waddell, D. and Sohal, A.S. (1994). "Forecasting: The Key to Managerial Decision Making". Vol. 32 No. 1, pp. 41-49. Retrived from: https://doi.org/10.1108/00251749410050697

សាស្ត្រចារ្យ ខឹម សារិទ្ធ ឆ្នាំ ២០១៨ សៀវភៅការគ្រប់គ្រងប្រតិបត្តិការ

ឯកសារដកស្រង់ពីគេហទំព័រ

Arvind Krishna - Chief executive officer. IBM. Retrieved July 17, 2022, from https://www.ibm.com/about/arvind

B. Bakers. (2019). Revenue forecasting Important Have Secure Financial Future: Retrieved June 15, 2022, from https://board.budgetbakers.com/blog/why-is-revenue-forecasting-important/

Darryl K. Taft (June 3, 2011). EWEEK, Top 20 IBM Products/Innovations Retrived from: https://www.eweek.com/networking/top-20-ibm-products-innovations/20/

Deepak Gupta - Tech Entrepreneur, C. A. (2021, November 26). Current hybrid cloud computing trends. Retrieved June 21, 2022, from https://guptadeepak.com/current-hybrid-cloud-computing-trends/

Financial reporting. IBM. Retrieved May 28, 2022, from https://www.ibm.com/investor/financials/financial-reporting

George EP, Gwilym M. Jenkins, Gregory C. Reinsel, and Greta M. Ljung (2015). Time Series analysis: Forecasting and Control by page 1

Haddara, Y. M., Ashburn, P., & Bagnall, D. M. (1970, January 1). Silicon-germanium: Properties, growth and applications. SpringerLink. Retrieved June 21, 2022, from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-48933-9_22

History of forecasting - forecasting project. Google Sites: Sign-in. (n.d.). Retrieved July 12, 2022, from https://sites.google.com/site/forecastingprojectvatech/home/history-of-forecasting

Hope, C. (2021, May 2). What is a punch card? What is a Punch Card? Retrieved June 21, 2022, from https://www.computerhope.com/jargon/p/punccard.htm

Howard Boville. SIFMA. (2022, July 5). Retrieved July 12, 2022, from https://www.sifma.org/people/howard-boville/

IBM - Biographies (2018). IBM News Room. Retrieved from https://mea.newsroom.ibm.com/biographies?item=11

James T. Rothe, Effectiveness of sales forecasting methods, Industrial Marketing Management, Volume 7, Issue 2, 1978, Pages 114-118.

Johnston, M. (2022). How IBM makes money: Software generates most revenue. Investopedia. Retrieved July 12, 2022, from https://www.investopedia.com/how-ibm-makes-money-4798528

Jonathan Adashek (Feb, 2022). Institute for Public Relations. Retrieved May 15, 2022, from https://instituteforpr.org/ipr-bio/jonathan-adashek

Keane, J. (2021, January 22). IBM revenues decline. Silicon Republic. Retrieved June 22, 2022, from https://www.siliconrepublic.com/business/ibm-revenues-decline-ai-hybrid-cloud

Mark Stephens (2021, November 29). Business Development Manager with a demonstrated history of working in the Media and Digital marketing sector. IBM logo evolution since. Retrieved July 17, 2022, from https://designbro.com/blog/industry-thoughts/ibm-logo-evolution/

Michael P. Clements & David F. Hendry, Forecasting by Jennifer L. Castle

Momin, A. (2021, March 24). IBM SWOT analysis 2021. PESTLE Analysis. Retrieved July 7, 2022, from https://pestleanalysis.com/ibm-swot-analysis/

Momin, A. (2021, March 24). IBM SWOT analysis 2021. PESTLE Analysis. Retrieved July 7, 2022, from https://pestleanalysis.com/ibm-swot-analysis/

Quizplus. (2020, June 3). Time series graph for monthly closing stock. Quiz+. Retrieved July 13, 2022, from https://quizplus.com/quiz/88433-quiz-5-displaying-and-describing-quantitative-data/questions/7086025-below-is-a-time-series-graph-for-monthly-closing-stock-price

Reiff, N. (2021, September 8). 6 companies owned by IBM. Investopedia. Retrieved June 17, 2022, from https://www.investopedia.com/companies-owned-by-ibm-5092453

Senior leadership. IBM. Retrieved July 12, 2022, from https://www.ibm.com/investor/governance/senior-leadership

System 360. IBM100 - System 360. Retrieved June 21, 2022, from https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/system360/breakthroughs/

Tabalia, J. (2021). Arvind Krishna’s profile. Retrieved July, 2022, from https://briefly.co.za/110151-arvind-krishna-age-nationality-children-wife-education-salary-net-worth.html

This scatter plot using cross-sectional data shows a statistically. Retrieved July 17, 2022, from https://www.researchgate.net/figure/This-scatter-plot-using-cross-sectional-data-shows-a-statistically-significant_fig1_228391000

What is a mainframe? mainframe computing defined. IBM. Retrieved June 21, 2022, from https://www.ibm.com/topics/mainframe

What is hybrid cloud - hybrid cloud solutions - citrix? Citrix.com. Retrieved June 17, 2022, from https://www.citrix.com/solutions/app-delivery-and-security/what-is-hybrid-cloud.html

ប៊ុនរ៉ាត់, - លីន ប៉ៃ, & - ម៉ាណាវថង. (2018, December 4). ប្រវត្តិរបស់ក្រុមហ៊ុន IBM. អប្បមាទ. Retrieved July 12, 2022, from https://apamat.com/2018/12/04ប្រវិត្តរបស់ក្រុមហ៊ុន%E2%80%8B-i/

ឧបសម្ព័ន្ធ

បញ្ជីឧបសម្ព័ន្ធ

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០១
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.២ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០២
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.៣ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០៣
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.៤ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០៤
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.៥ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០៥
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.៦ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០៦
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.៧ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០៧
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.៨ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០៨
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.៩ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០៩
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១០ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១០
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១១ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១១
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១២ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១២
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១៣ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១៣
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១៤ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១៤
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១៥ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១៥
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១៦ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១៦
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១៧ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១៧
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១៨ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១៨
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១៩ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១៩
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.២០ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០២០
ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.២១ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០២១
ឧបសម្ព័ន្ធទី ២.១ តារាងកំណត់តម្លៃ α ក្នុងម៉ូដែល DES
ឧបសម្ព័ន្ធទី ២.២ តារាងកំនត់តម្លៃ α និងβ ក្នុងម៉ូដែល HES
ឧបសម្ព័ន្ធទី ២.៣ លម្អៀង(Residuals)របស់ម៉ូដែល AR(1)

FINANCIAL HIGHLIGHTS *International Business Machines Corporation and Subsidiary Companies*

(dollars in millions except per share amounts)

FOR THE YEAR	2001	2000
Revenue	**$ 85,866**	$ 88,396
Net income	**$ 7,723**	$ 8,093
Per share of common stock:		
Assuming dilution	**$ 4.35**	$ 4.44
Basic	**$ 4.45**	$ 4.58
Net cash provided from operating activities	**$ 14,265**	$ 9,274
Investment in plant, rental machines and other property	**$ 5,660**	$ 5,616
Cash dividends paid on common stock	**$ 956**	$ 909
Per share of common stock	**$ 0.55**	$ 0.51

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០១

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.២

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០២

Financial Highlights INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION *and Subsidiary Companies*

($ in millions except per share amounts)

FOR THE YEAR	2002	2001
Revenue	$ 81,186	$ 83,067
Income from continuing operations	5,334	8,146
Loss from discontinued operations	(1,755)	(423)
Net income	3,579	7,723

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.៣

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០៣

Financial Highlights

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION AND SUBSIDIARY COMPANIES

($ in millions except per share amounts)

FOR THE YEAR	2003	2002
Revenue	$89,131	$81,186
Income from continuing operations	7,613	5,334
Loss from discontinued operations	(30)	(1,755)
Net income	7,583	3,579

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.៤

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០៤

FINANCIAL HIGHLIGHTS

International Business Machines Corporation and Subsidiary Companies

(Dollars in millions except per share amounts)

FOR THE YEAR	2004	2003
Revenue	$ 96,293	$ 89,131
Income from continuing operations	8,448	7,613
Loss from discontinued operations	18	30
Net income	8,430	7,583

AT YEAR END	2004	2003
Cash, cash equivalents and marketable securities	$ 10,570	$ 7,647
Total assets	109,183	104,457
Working capital	7,172	7,039**
Total debt	22,927	23,632

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.៥

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០៥

Financial Highlights

(Dollars in millions except per share amounts)

FOR THE YEAR	2005	2004
Revenue	$ 91,134	$ 96,293
Income from continuing operations	$ 7,994	$ 7,497
Loss from discontinued operations	(24)	(18)
Income before cumulative effect of change in accounting principle	7,970	7,479
Cumulative effect of change in accounting principle**	(36)	—
Net income	$ 7,934	$ 7,479

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.៦

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០៦

FINANCIAL HIGHLIGHTS

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION AND SUBSIDIARY COMPANIES

(Dollars in millions except per share amounts)

FOR THE YEAR	2006	2005
Revenue	$ 91,424	$ 91,134
Income from continuing operations	$ 9,416	$ 7,994
Income/(loss) from discontinued operations	76	(24)
Income before cumulative effect of change in accounting principle	9,492	7,970
Cumulative effect of change in accounting principle**	—	(36)
Net income	$ 9,492	$ 7,934

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.៧

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០៧

Financial Highlights

International Business Machines Corporation and Subsidiary Companies

($ in millions except per share amounts)

FOR THE YEAR:	2007	2006
Revenue	$ 98,786	$ 91,424
Income from continuing operations	$ 10,418	$ 9,416
(Loss)/income from discontinued operations	(00)	76
Net income	$ 10,418	$ 9,492

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.៨

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០៨

Financial Highlights

($ IN MILLIONS EXCEPT PER SHARE AMOUNTS)

For the year:	2008	2007
Revenue	$103,630	$ 98,786
Income from continuing operations	$ 12,334	$ 10,418
Income/(loss) from discontinued operations	–	(00)
Net income	$ 12,334	$ 10,418

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.៩

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០០៩

Financial Highlights

($ in millions except per share amounts)

For the year ended December 31:	2009	2008
Revenue	$ 95,758	$103,630
Net income	$ 13,425	$ 12,334

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១០

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១០

Financial Highlights

International Business Machines Corporation and Subsidiary Companies

($ in millions except per share amounts)

For the year ended December 31:	2010	2009
Revenue	$ 99,870	$ 95,758
Net income	$ 14,833	$ 13,425

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១១

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១១

Financial Highlights

International Business Machines Corporation and Subsidiary Companies

($ in millions except per share amounts)

For the year ended December 31:	2011	2010
Revenue	$106,916	$ 99,870
Net income	$ 15,855	$ 14,833
Operating (non-GAAP) earnings*	$ 16,318	$ 15,023

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១២

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១២

Financial Highlights

International Business Machines Corporation and Subsidiary Companies

($ in millions except per share amounts)

For the year ended December 31:	2012	2011
Revenue	$104,507	$106,916
Net income	$ 16,604	$ 15,855
Operating (non-GAAP) earnings*	$ 17,627	$ 16,318

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១៣

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១៣

Financial Highlights
International Business Machines Corporation and Subsidiary Companies

($ in millions except per share amounts)

For the year ended December 31:	2013	2012
Revenue	$ 99,751	$104,507
Net income	$ 16,483	$ 16,604
Operating (non-GAAP) earnings*	$ 17,959	$ 17,627

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១៤

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១៤

Financial Highlights
International Business Machines Corporation and Subsidiary Companies

($ in millions except per share amounts)

For the year ended December 31:	2014	2013
Revenue	$ 92,793	$ 98,367
Net income	$ 12,022	$ 16,483
Income from continuing operations	$ 15,751	$ 16,881
Operating (non-GAAP) earnings*	$ 16,702	$ 18,356

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១៥

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១៥

Financial Highlights
International Business Machines Corporation and Subsidiary Companies

($ in millions except per share amounts)

For the year ended December 31:	2015	2014
Revenue	$ 81,741	$ 92,793
Net income	$ 13,190	$ 12,022
Income from continuing operations	$ 13,364	$ 15,751
Operating (non-GAAP) earnings*	$ 14,659	$ 16,702

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១៦

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១៦

Financial Highlights
International Business Machines Corporation and Subsidiary Companies

($ in millions except per share amounts)

For the year ended December 31:	2016	2015
Revenue	$ 79,919	$ 81,741
Net Income	$ 11,872	$ 13,190
Income from continuing operations	$ 11,881	$ 13,364
Operating (non-GAAP) earnings*	$ 13,031	$ 14,659

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១៧

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១៧

Financial Highlights
International Business Machines Corporation and Subsidiary Companies

($ in millions except per share amounts)

For the year ended December 31:	2017	2016
Revenue	$ 79,139	$ 79,919
Net Income	$ 5,753*	$ 11,872
Income from continuing operations	$ 5,758*	$ 11,881
Operating (non-GAAP) earnings**	$ 12,935	$ 13,031

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១៨

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១៨

Financial Highlights
International Business Machines Corporation and Subsidiary Companies

($ in millions except per share amounts)

For the year ended December 31:	2018	2017
Revenue	$ 79,591	$ 79,139
Net Income	$ 8,728*	$ 5,753*
Income from continuing operations	$ 8,723*	$ 5,758*
Operating (non-GAAP) earnings**	$ 12,657	$ 12,807***

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.១៩

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០១៩

Financial Highlights
International Business Machines Corporation and Subsidiary Companies

($ in millions except per share amounts)

For the year ended December 31:	2019	2018
Revenue	$ 77,147	$ 79,591
Net Income	$ 9,431*	$ 8,728*
Income from continuing operations	$ 9,435*	$ 8,723*
Operating (non-GAAP) earnings**	$ 11,436	$ 12,657

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.២០

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០២០

Financial Highlights
International Business Machines Corporation and Subsidiary Companies

($ in millions except per share amounts)

For the year ended December 31:	2020	2019
Revenue	$ 73,620	$ 77,147
Net Income	$ 5,590*	$ 9,431
Income from continuing operations	$ 5,501*	$ 9,435
Operating (non-GAAP) earnings**	$ 7,774*	$ 11,436

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១.២១

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំនៃក្រុមហ៊ុន IBM ឆ្នាំ ២០២១

Consolidated Income Statement
International Business Machines Corporation and Subsidiary Companies

($ in millions except per share amounts)

For the year ended December 31:	Notes	2021
Revenue		
Services		$29,225
Sales		27,346
Financing		780
Total revenue	D	57,350

ឧបសម្ព័ន្ធទី ២.១

តារាងទី៣.១០៖ តារាងកំណត់តម្លៃ α ក្នុងម៉ូដែល DES

Microsoft Excel 16.0 Answer Report
Worksheet: [2. Forecasting IBM Revenue (2022).xlsx]DES
Report Created: 6/23/2022 11:54:39 AM
Result: Solver has converged to the current solution. All Constraints are satisfied.
Solver Engine
Engine: GRG Nonlinear
Solution Time: 0.078 Seconds.
Iterations: 7 Subproblems: 0
Solver Options
Max Time Unlimited, Iterations Unlimited, Precision 0.000001
Convergence 0.0001, Population Size 0, Random Seed 0, Derivatives Forward
Max Subproblems Unlimited, Max Integer Sols Unlimited, Integer Tolerance 1%, Assume NonNegative

Objective Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
R9	MPE	(0.05)	(0.08)

Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
O1	Alpha	0.166431757	0.136493911	Contin

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
O1	Alpha	0.136493911	O1<=1	Not Binding	0.863506089
O1	Alpha	0.136493911	O1>=0	Not Binding	0.136493911

ប្រភព៖ Excel Output

ឧបសម្ព័ន្ធទី ២.២

តារាងទី៣.១៣៖ តារាងកំនត់តម្លៃ α និងβ ក្នុងម៉ូដែល HES

Microsoft Excel 16.0 Answer Report
Worksheet: [2. Forecasting IBM Revenue (2022).xlsx]HES
Report Created: 6/23/2022 12:28:27 PM
Result: Solver has converged to the current solution. All Constraints are satisfied.
Solver Engine
Engine: GRG Nonlinear
Solution Time: 0.188 Seconds.
Iterations: 16 Subproblems: 0
Solver Options
Max Time Unlimited, Iterations Unlimited, Precision 0.000001, Use Automatic Scaling
Convergence 0.0001, Population Size 100, Random Seed 0, Derivatives Forward, Require Bounds
Max Subproblems Unlimited, Max Integer Sols Unlimited, Integer Tolerance 1%, Assume NonNegative

Objective Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
C29	MAD Total	5,298.95	5,222.44

Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
M4	Alpha	0.988	0.987	Contin
N4	1-Alpha	0.000	0.010	Contin
O4	Beta	0.138	0.107	Contin

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
M4	Alpha	0.987	M4<=1	Not Binding	0.013269462
N4	1-Alpha	0.010	N4<=1	Not Binding	0.990207433
O4	Beta	0.107	O4<=1	Not Binding	0.892519391
M4	Alpha	0.987	M4>=0	Not Binding	0.987
N4	1-Alpha	0.010	N4>=0	Not Binding	0.010
O4	Beta	0.107	O4>=0	Not Binding	0.107

ប្រភព៖ Excel Output

ឧបសម្ព័ន្ធទី ២.៣

តារាងទី៣.១៨៖ លម្អៀង(Residuals)របស់ម៉ូដែល AR(1)

RESIDUAL OUTPUT			
Observation	*Predicted*	*Residuals*	*Standard Residuals*
1	84,188.51	(3,002.51)	(0.46)
2	79,249.29	9,881.71	1.51
3	87,634.35	8,658.65	1.33
4	95,193.04	(4,059.04)	(0.62)
5	89,748.30	1,675.70	0.26
6	90,054.36	8,731.64	1.34
7	97,824.13	5,805.87	0.89
8	102,936.43	(7,178.43)	(1.10)
9	94,628.41	5,241.59	0.80
10	98,968.17	7,947.83	1.22
11	106,404.43	(1,897.43)	(0.29)
12	103,862.00	(4,111.00)	(0.63)
13	98,842.58	(6,049.58)	(0.93)
14	91,499.18	(9,758.18)	(1.50)
15	79,835.03	83.97	0.01
16	77,912.12	1,226.88	0.19
17	77,088.91	2,502.09	0.38
18	77,565.95	(418.95)	(0.06)
19	74,986.58	(1,366.58)	(0.21)
20	71,264.22	(13,914.22)	(2.13)

ប្រភព៖ Excel Output