

Борлуулалтын таамаглал

Ганжаргал Мөнхсүлд*

Хураангуй: Энэхүү тайлангаар борлуулалтын орлогыг сар болон өдрийн давтамжаар таамаглал хийв. Таамаглалын арга зүйд 5 төрлийн загвар нэг жинлэх арга ашигласан. Загварын таамаглах чадварыг хэмжихдээ сүүлийн 45 хоногийн өгөгдөлийн тест үлдсэн өгөгдөлийг сургалтанд ашигласан. Үр дүнд хувьсах жинлэсэн дундаж аргаар 1 дүгээр сарын нийт борлуулалт дундажаар 100873 байгаа бол 2 дугаар сарын борлуулалт дундажаар 92478 байхаар хүлээгдэж байна.

Түлхүүр үг: Борлуулалтын орлого, Квадрат дундаж алдаа, Таамаглал

*Холбоо барих утасны дугаар (95777123), цахим шуудан 20b1num0837@stud.num.edu.mn

1 Удиртгал

Борлуулалтын таамаглал нь байгууллагын үйл ажиллагааг төлөвлөх, бизнесийн өсөлтийг дэмжих, стратегийн шийдвэр гаргахад зайлшгүй шаардлагатай үйл ажиллагаа юм. Зах зээлийн эрэлт, хэрэглэгчийн зан төлөв, өрсөлдөөний орчин, борлуулалтын түүхэн өгөгдөл зэрэг олон хүчин зүйлс борлуулалтын түвшинд нөлөөлдөг. Иймд ирээдүйн борлуулалтын хэмжээг урьдчилан тооцох нь компанийн санхүүгийн удирдлага, бараа бүтээгдэхүүний нийлүүлэлт, маркетингийн төлөвлөгөө боловсруулахад голлох үүрэгтэй.

Борлуулалтын таамаглал нь зөвхөн тоон үзүүлэлт дээр суурилах бус, хэрэглэгчдийн зан төлөв, бизнесийн дотоод хүчин зүйлсийг харгалзан дүн шинжилгээ хийх шаардлагатай. Өнгөрсөн хугацааны мэдээлэлд тулгуурласан уламжлалт аргачлалууд нь ирээдүйн чиг хандлагыг тодорхойлох үндэс суурь болдог ч зах зээлийн нөхцөл байдал байнга өөрчлөгдөж байдаг тул орчин үеийн дэвшилтэт аргачлалуудыг ашиглах нь илүү үр дүнтэй болж байна. Ялангуяа хиймэл оюун ухаан, машин сургалтын загварууд нь борлуулалтын нарийвчлалтай таамаглал хийх, хэрэглэгчийн зан төлөвийн өөрчлөлтийг илүү бодитой тусгах боломжийг бүрдүүлдэг.

Борлуулалтын таамаглалыг нарийвчлалтай боловсруулах нь байгууллагын нөөцийн удирдлага, бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэл, түгээлтийн сүлжээг оновчтой зохион байгуулах, эрэлт нийлүүлэлтийн тэнцвэрийг хадгалах, санхүүгийн эрсдэлийг бууруулах зэрэг олон давуу талыг бий болгодог. Зах зээлд гарч болзошгүй эрсдэл, хэрэглэгчдийн зан төлөвийн өөрчлөлт, улирлын шинж чанартай нөлөөллүүдийг харгалзан борлуулалтын төлөвлөгөөг тогтмол шинэчлэн боловсруулах нь таамаглалын үнэн зөв байдлыг хангах чухал нөхцөл болдог.

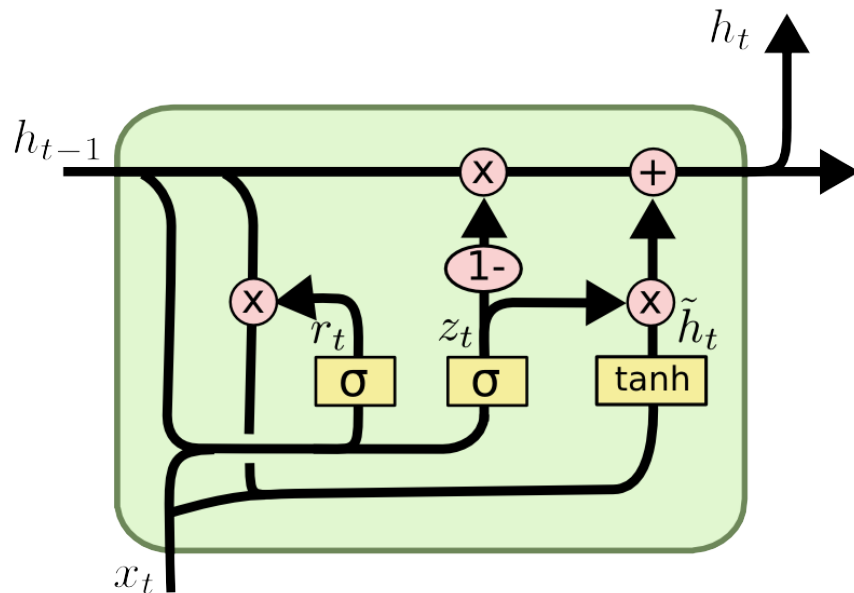
Худалдааны байгууллагууд борлуулалтын таамаглалаа оновчтой хийх нь зах зээлийн эрэлтэд нийцсэн борлуулалтын стратеги боловсруулах, бүтээгдэхүүний нөөцийг зөв удирдах, маркетингийн зардлыг үр ашигтай хуваарилах, өрсөлдөөний давуу талаа хадгалах гол хүчин зүйлсийн нэг юм. Тиймээс борлуулалтын таамаглалыг зөвхөн санхүүгийн төлөвлөлтийн хэрэгсэл гэж харах бус, бизнесийн өсөлтийг дэмжих, хэрэглэгчийн эрэлтэд нийцсэн бодлого боловсруулах өргөн хүрээний стратегийн арга хэмжээ гэж үзэх нь чухал юм.

2 Таамаглах аргууд

Уг тайлангийн таамаглах аргууд нь өнгөрсөн мэдээлэлд тулгуурлан ирээдүйн хандлагыг урьдчилан тооцох статистик болон машин сургалтын аргачлалууд юм. Эдгээр аргуудыг хугацаан цуваа, санхүүгийн зах зээл, борлуулалтын прогноз (таамаглал), эрэлт нийлүүлэлтийг таамаглахад өргөн ашигладаг. Борлуулалтын орлогыг таамаглахдаа LSTM, TSML, TBATS, ARIMA, Prophet гэх 5 загвараар таамагласан үүнээс 3 загварын тайлбарыг доорх хэсэгт оруулав.

2.1 LSTM (Long Short-Term Memory)

LSTM нь уламжлалт RNN загваруудаас ялгаатай нь мэдээллийг хадгалах, шинэчлэх, устгах гурван төрлийн холбоос (gates) механизмыг ашигладаг. Эдгээр холбооснууд нь нейрон сүлжээний доторх мэдээллийг удирддаг бөгөөд ингэснээр урт хугацааны ач холбогдолтой өгөгдлийг хадгалах, богино хугацааны мэдээллийг хянах чадвартай болдог.



Зураг 1: LSTM Networks

$$z_t = \sigma(W_z \cdot [h_{t-1}, x_t]) \quad (1)$$

$$r_t = \sigma(W_r \cdot [h_{t-1}, x_t]) \quad (2)$$

$$\tilde{h}_t = \tanh(W \cdot [r_t \cdot h_{t-1}, x_t]) \quad (3)$$

$$h_t = (1 - z_t) \cdot h_{t-1} + z_t \cdot \tilde{h}_t \quad (4)$$

Энд W нь жин, σ нь ложит функц, h_t нь латент хувьсагч болно. z_t холбоос нь тухайн хугацаанд загварыг ямар хэмжээгээр шинэчлэх вэ? гэдгийг шийддэг бол r_t нь хэр хэмжээний мэдээллийг

мартах вэ? гэдгийг шийддэг.

2.2 TBATS загвар

BATS загвар нь хугацаан цуваан өгөгдөлд ашиглагддаг бөгөөд улирлын хандлагатай (seasonal) болон циклтэй өгөгдөлд тохиромжтой. Энэхүү загварыг De Livera, Hyndman, and Snyder (2011) нар боловсруулсан бөгөөд Вох-Сох хувиргалт, авто-регресс, тренд, улирлын бүрэлдэхүүн, болон Fourier-ийн хувиргалт ашиглан өгөгдлийг илүү нарийвчлалтай загварчилдаг.

1. Вох-Сох хувиргалт

$$y'_t = \begin{cases} \frac{y_t^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \log(y_t), & \lambda = 0 \end{cases} \quad (5)$$

Вох-Сох хувиргалт нь өгөгдлийн хэв гажилтыг бууруулах, хэмжээний нөлөөг сааруулах, мөн хэвийн тархалтад ойртуулах зорилготой.

2. Fourier Series Seasonal Component

$$s_t^{(m)} = \sum_{j=1}^k \gamma_{j,1} \cos\left(\frac{2\pi jt}{m}\right) + \gamma_{j,2} \sin\left(\frac{2\pi jt}{m}\right) \quad (6)$$

Фурье хувиргалт нь дуу хоолой таних, хадгалахад түгээмэл ашигладаг бөгөөд богино давтамжтай өгөгдлийг таамаглах боломжийг олгодог

3. TBATS загварын хэлбэр

$$y'_t = \ell_{t-1} + \phi b_{t-1} + s_t + \varepsilon_t \quad (7)$$

Энд y'_t box-Сох хувиргалт, ℓ_{t-1} өмнөх үе, ϕb_{t-1} damped тренд, s_t улирлын бүрэлдэхүүн (Fourier series), ε_t ARMA загварын алдаа байна.

TBATS загвар нь улирлын хандлагатай, циклийн шинж чанартай, урт хугацааны трендтэй өгөгдөлд тохиромжтой уян хатан загвар юм. Fourier хувиргалт ашиглан улирлын нөлөөлөлийг илүү нарийвчлалтай илэрхийлэх бөгөөд олон төрлийн улирлын нөлөөг нэгэн зэрэг тооцоолох давуу талтай. ARMA алдааны загварчлал, Вох-Сох хувиргалт ашигласнаар өгөгдлийн гажилтыг багасгаж, таамаглалыг сайжруулдаг.

2.3 Prophet загвар

Prophet загвар нь Facebook-ийн өгөгдөлийн шинжилгээний багийн боловсруулсан хугацааны цуваан загвар бөгөөд загвар нь шууд тайлбарлахад хялбар, улирлын хандлагыг автоматаар таних, алдааг загварчлах боломжтой байдаг. Prophet нь тренд, улирлын нөлөө, гэнэтийн өөрчлөлт гэсэн гурван үндсэн бүрэлдэхүүнээс тогтоно.

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + \varepsilon_t \quad (8)$$

$$g(t) = \frac{C}{1 + \exp(-k(t - m))} \quad (9)$$

$$s(t) = \sum_{n=1}^N \left(a_n \cos \left(\frac{2\pi nt}{P} \right) + b_n \sin \left(\frac{2\pi nt}{P} \right) \right) \quad (10)$$

$$h(t) = \sum_{j=1}^J \delta_j 1(t = t_j) \quad (11)$$

$$\varepsilon_t \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2) \quad (12)$$

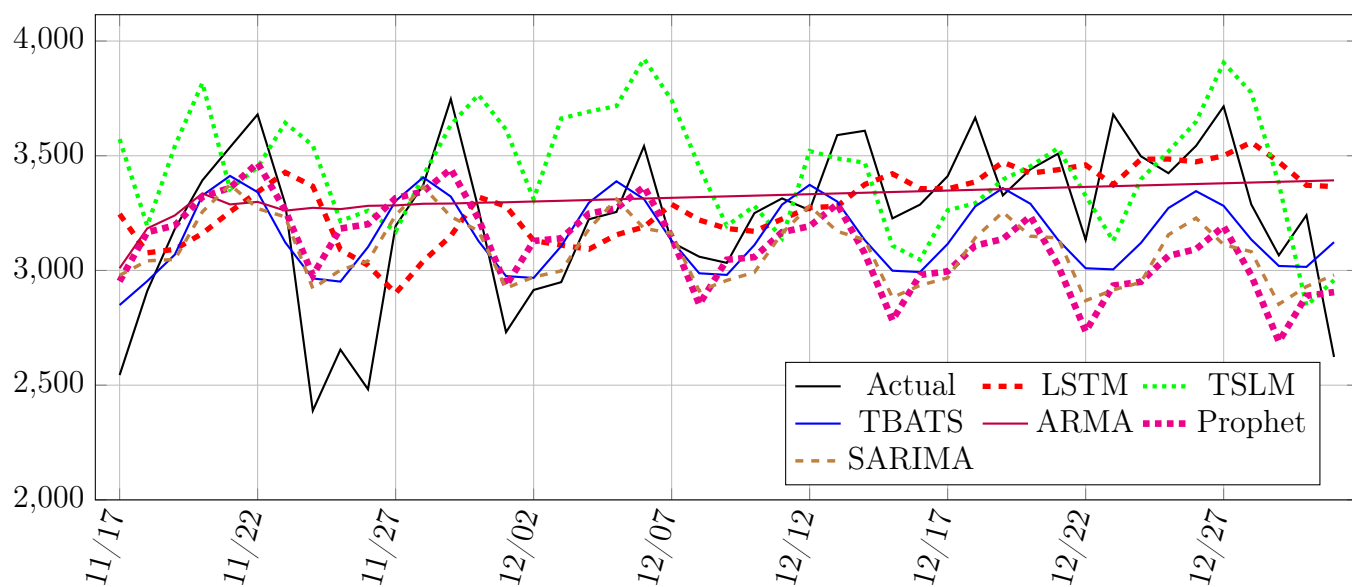
Энд $y(t)$ нь гарц, $g(t)$ нь трендийг илэрхийлэх бүрэлдэхүүн, $s(t)$ нь улирлын нөлөөллийг тооцоолох бүрэлдэхүүн, $h(t)$ нь гэнэтийн өөрчлөлт, амралтын өдрүүдийн нөлөөлөл, зах зээлийн гэнэтийн өөрчлөлтүүдийг тусгах бүрэлдэхүүн, ε_t нь санамсаргүй хувьсагч юм.

3 Загварын шинжилгээ

Загварын шинжилгээ хийхдээ R болон python хэлийг ашигласан ба R хэлээр өгөгдөлийн янзлах TBATS, ARIMA, TSLM, Prophet загвараар шинжилгээ хийхдээ ашигласан. Python хэлийг LSTM моделийг үнэлэхдээ ашиглав. LSTM моделийг үнэлэхдээ ADAM алгоритм ашигласан ба энэ нь Градент дисент алгоритмын хувьсах алхам бүхий моментум холисон хэлбэр юм.

3.1 Тест хэсэг

Загварын тест хийхдээ сүүлийн 45 хоногийн өгөгдөлийн тест үлдсэн өгөгдөлийг сургалтанд ашигласан. Доорх хүснэгтээр харуулав.



Энд SARIMA нь тухайн өдрийн 1991 оноос 2020 хүртэлх жилийн дундаж температурыг ашиглан нэмэлт хувьсагчтай ашиглан тооцсон (жишээ нь 1 сарын 1 нь дундаж температур -20 гэвэл 2025 оны 1 сарын 1-ны температур мөн -20 гэж үзэв).

3.2 Загваруудын жинлэлт

Загваруудыг жинлэхдээ харьцангуй гүйцэтгэлийн арга ашигласан бөгөөд энэ нь тестийн аль үед илүү муу таамаглаж байгаа дээр үндэслэн жинлэдэг. Энэхүү аргыг Stock ба Watson (2004) нар гаргаж ирсэн бөгөөд уг арга нь өнгөрсөн v хугацааны дундаж квадрат алдаанд суурилдаг. [1]

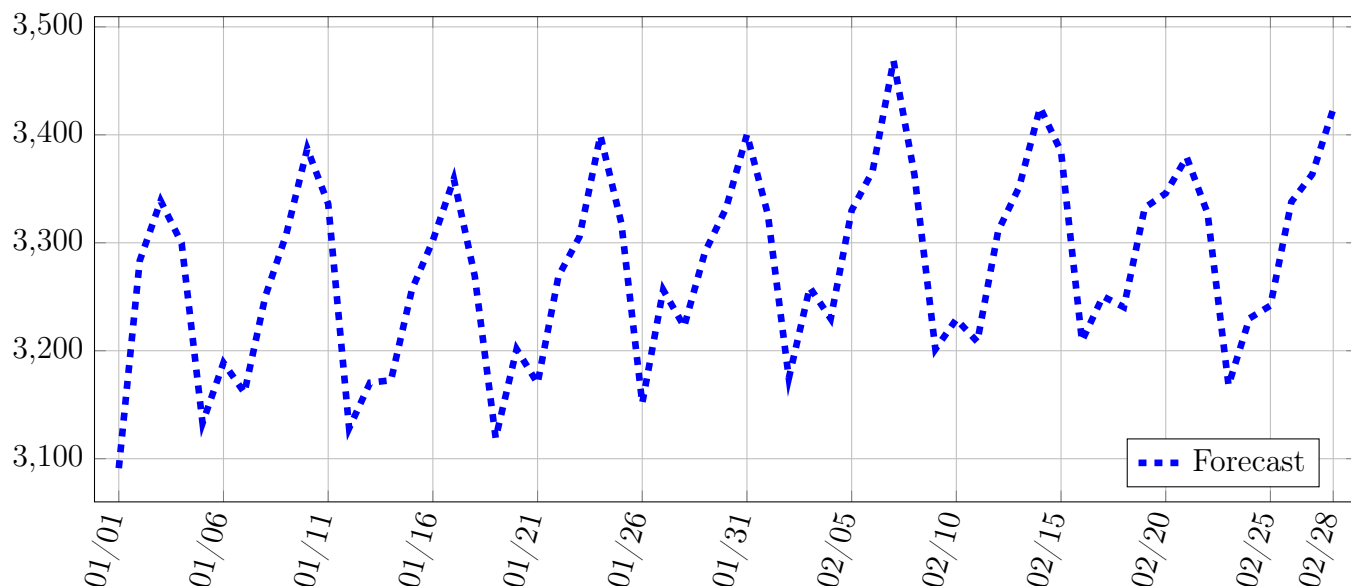
$$\text{MSE}_{T+k,t,i} = (1/v) \sum_{r=T-v}^T e_{r,r+k,i}^2 \quad (13)$$

Энд $MSE_{T+k,t,i} = T$ -р үед k үеийн дараах таамаглалыг хийж буй i -р загварын өмнөх v үеэс хамаарсан дундаж квадрат алдаа

$$w_{T+k,t,i} = \frac{(1/MSE_{T+k,t,i}^h)}{\sum_{j=1}^N (1/MSE_{T+k,t,j}^h)} \quad (14)$$

Хэрэв $h = 0$ бол дээрх томъёо нь бүх таамаглалын хувьд ижил жинтэй болно. Харин $h = 1$ тохиолдолд таамаглалын жингүүд нь дундаж квадрат алдаануудын урвуугаар тодорхойлогдоно.

3.3 Жинлэсэн борлуулалтын таамаглал



Үр дүнгээс харахад 1 дүгээр сарын нийт борлуулалт дундажаар 100872.8905 байгаа бол 2 дугаар сарын борлуулалт дундажаар 92477.9252 байхаар хүлээгдэж байна. Мөн энэ тайлангийн үр дүнгээс өдрийн дундаж температур нь борлуулалтын орлогод статистикийн хувьд 10 хувийн түвшинд ач холбогдолтой байна. Борлуулалтын орлогын циклийн хувьд долоо хоногийн давтамжтай буюу гарагийн нөлөөтэй, үүнээс баасан өдөр хамгийн их борлуулалтай байна.

Ашигласан ном

- [1] Б.Даваадалай П.Авралт-Од, Г.Бумчимэг. ТААМАГЛАЛЫГ ДУНДАЖЛАХ АРГУУД: ИНФЛЯЦИЙН ТААМАГЛАЛУУД, ТЭДГЭЭРИЙН ДУНДАЖЛАЛ. *Мөнгө баялаг санхүү*, 2011.
- [2] Б.Бум-Эрдэнэ Ч.Анхбаяр. БОРЛУУЛАЛТЫГ ТААМАГЛАХ КВАДРАТ ЭКСПОНЕНЦИАЛ ЗАГВАР. *Бизнес Инноваци*, 2020.