

コールセンタートラフィック理論と実際値データの検証

遠藤 雅周[†] 菱沼 千明[‡]東京工科大学大学院コンピュータサイエンス専攻[†]

1. はじめに

コールセンターでは、発生する要求を機械が測定できるので実際値による基準に基づき、モデル設計や運用が行われている。現在、多く利用されているアーラン C 式は必要な人員数を算出できるが、途中放棄を考慮していない。実際のコールセンターでは全ての受付がサービス中や処理中だった場合、顧客が待ち切れずに電話を切ってしまう「途中放棄」が発生する。また、コールセンタートラフィックモデルでは「待ち合わせ時間」や「途中放棄までの時間」が指数分布に従っているとしているが、実際のデータ分布では指数分布とは異なる分布図をしていた。本研究では、実際値を用いたコールセンターモデルとコールセンタートラフィックモデルを比較し、理論式と実際値との比較からも相違点を把握する。

2. コールセンターモデルと理論式

(1) 途中放棄を考慮しないモデル

途中放棄を考慮しないモデルとして前述したアーラン C 式(M/M/S)式が用いられる。アーラン C 式の条件として以下を挙げる。

- ・発生する要求はランダムに到着する。
- ・待ち行列無限。
- ・待ち要求は途中放棄せず、処理まで待つ。
- ・平均通話時間は指数分布に従う。

アーラン C 式を用いた待ち合わせ率(M)を求める理論式とサービスレベル(L)式を以下に示す[1]。

$$M = \frac{nE_n(a)}{n-a+aE_n(a)} \quad (1)$$

$$SL = 1 - P(T > t) = 1 - M \cdot e^{-(n-a)t/h} \quad (2)$$

(2) 途中放棄を考慮したモデル

途中放棄を考慮したモデルとしては、外線が

不特定多数から到着すると考える M/M/S(s+m)式を用いる。今回実際値データを測定した U.S.Bank コールセンターに近似したモデルとして考えられる。M/M/S(s+m)式の条件として以下を挙げる。

- ・発生する要求はランダムに到着する。
- ・到着要求はポアソン過程に従う。
- ・着信要求が待ち合わせ可能な数は有限である
- ・平均通話時間は指数分布に従う。
- ・利用者が途中放棄する時間は指数分布に従う。
- ・利用者の待ち合わせ時間は指数分布に従う。

M/M/S(s+m)式を用いた途中放棄率と平均待ち時間、サービスレベルの理論式を以下に示す[1]。

途中放棄呼率

$$R = \frac{P_0 \xi a^s}{a s!} \sum_{k=1}^m \frac{k \left(\frac{a}{s}\right)^k}{\prod_{j=1}^k \left(1 + \frac{j\xi}{s}\right)} \quad (3)$$

平均待ち数

$$E[L] = P_0 \frac{a^s}{s!} \sum_{k=1}^m \frac{k \left(\frac{a}{s}\right)^k}{\prod_{j=1}^k \left(1 + \frac{j\xi}{s}\right)} \quad (4)$$

サービスレベル(t 時間内に応答をする確率)

$$P\{W > t\} = P_0 \frac{a^s}{s!(1-B)} e^{-(\xi+s)t/h} \sum_{k=0}^{m-1} \left(\frac{a}{\xi}\right)^k \sum_{j=0}^k \binom{k}{j} \frac{(-1)^j e^{-j\xi t/h}}{1 + j\xi/s} \quad (5)$$

ここで、 a は加わる呼量、 s はオペレータ数、 ξ は $\frac{\text{平均通話時間}}{\text{放棄までの平均時間}}$ であり、 B は呼損率、 P_0 は待ち合わせ確率である。

3. 実際値と理論の考察

図 1 と図 2 は U.S.Bank コールセンターにおいて測定した実測値と理論値を示したものである。

i) 待ち時間における理論値と実測値の関係

図 1 は、U.S.Bank コールセンターにおける 402 サンプルで得られた実際値データで得られた待ち時間分布と、理論値を示したものである。

Traffic theory and practice of empirical data

[†]Masachika Endo, [‡]Chiaki Hishinuma

[†]School of Computer Science, Tokyo University of Technology

指数分布によって示されている理論分布図では待ち時間が経過するほど待ち要求が少なくなっているのに対し、実際値ではそうではなく、時間が経過しても待ち要求が上昇しているケースがある。しかし、一定の時間を過ぎると指数分布と比例して待ち要求は 0 に収束する。式(4)を利用した式として平均待ち時間の計算過程に実際値と異なる数値が使用されてしまうとわかる。

ii) 途中放棄率における理論値と実際値の関係
顧客は待ち合わせが発生した場合、すぐに切らずに待ち合わせをする傾向にある。しかし、アーラン C(M/M/S)式を用いると、途中放棄を考慮しないため、サービスレベルが容易に 100%に到達してしまう。下の図 2 では M/M/S(s+m)モデルによる途中放棄値を 35 秒、100 秒、200 秒と 3 つの理論値においてそれぞれ表現し、実際値との差異を示した。

特徴として、途中放棄率は途中放棄までの時間が長いと値が大きくなる。これは顧客が待ち切れずに放棄する確率が高くなることを示し、品質が悪くなるといえる。品質を保つためには要員数を増やす必要がある。

4. むすび

本研究はコールセンタートラフィックにおける理論値と実際値を待ち時間分布と途中放棄率分布を双方で表現し比較することで、相違点を示した。

今後、これらコールセンターモデルを考慮したトラフィックモデルに加え、実際値を踏まえた内容まで踏み込んだコールセンタートラフィック理論の研究が期待される。

参考文献

- [1] 菱沼千明, 高木英明 “コールセンターのキャパシティマネジメント” 情報通信学会誌 Vol94 No.9 pp.767-772
- [2] Takagi Hideaki, Chiaki Hishinuma “Modeling Call Centers by Queues with Impatient Customers”(2009)
- [3] 秋丸春夫, 川島幸之助 “情報通信トラヒック-基礎と応用-” オーム社(1981)
- [4] Paul D Feigin 他 “The Call Center of “US Bank”(2006)

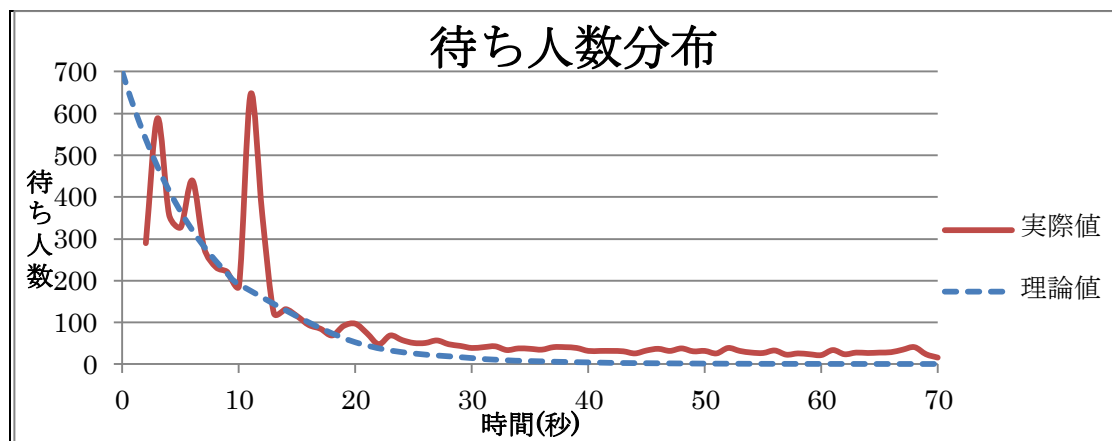


図 1. 待ち時間の理論値と実際値の比較

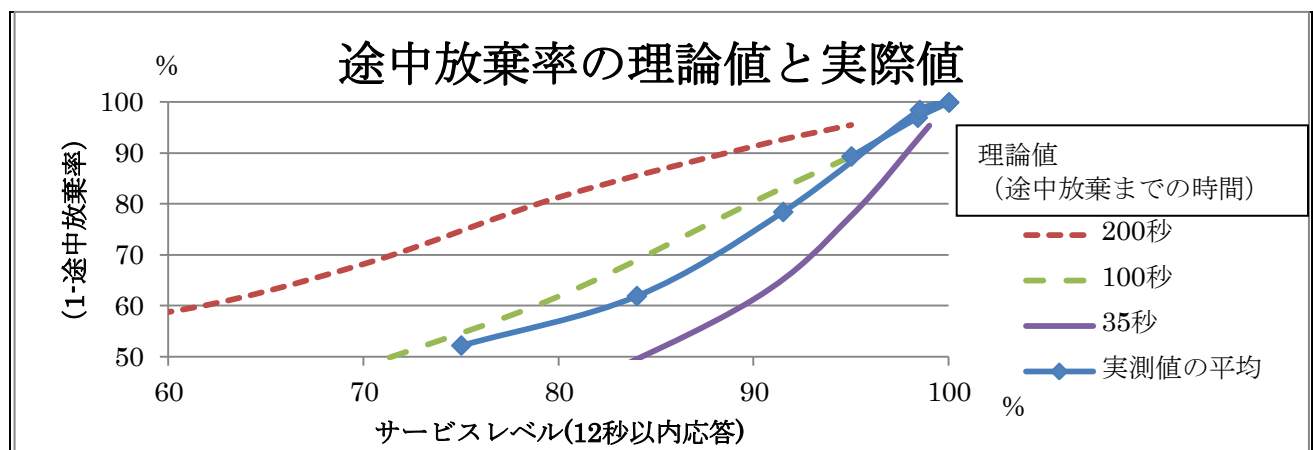


図 2. 途中放棄率の実際値と理論値の比較