

ユーザの移動と周囲の音に着目した通話是非推定モデルの設計 A Design of an Estimation Model for Possibility of Answering Phone Call by Considering User's Movement and Surrounding Sounds

氏原 祥吾[†] 小俣 昌樹[‡]
Shogo Ujihara Masaki Omata

1. はじめに

携帯電話に電話を掛ける場合、通話ができるかできないかは相手に電話を掛けてみるまでわからない。相手が授業中や会議中のような場合は電話に応じることが難しいと考えられる。しかし電話を掛ける側の人が、相手が電話に応じられない状況にあるということを知ることは難しい。事前に相手が電話に応じられるかどうか（通話是非）を示す機能があれば、相手が応じられないときに電話を掛けることを避けることができる。

このような機能を実現するために、中村らは、温度センサ・振動センサ・人感センサからユーザと携帯電話との距離を検出し、通話是非を識別する手法を提案した[1]。しかし、この手法では距離だけに注目しているため、どこにいてどういう状況なのかというような、周囲の状況までは考慮していない。

そこで本研究では、携帯電話を持っている人の位置や移動の様子および周囲の音の様子に着目して、電話に出られそうかどうかを自動で推定するモデルを設計する。そのために、まず質問紙調査を実施し、通話是非に関する日常生活の要因を調べる。この調査から得られた結果をもとに、通話是非推定モデルを設計する。また、通話是非を提示することで電話を掛け続ける長さや掛けなおしの有無に変化があるかどうかを、質問紙を用いて調査する。

2. 関連研究

通話是非に関する研究として、中村らは 1)ユーザが携帯電話を保持しているかどうか、2)マナーモードかどうかの 2 点から通話是非を識別するシステムを設計した[1]。Guzman らは電話を掛ける人が呼び出しの際に考慮する要素、および電話を受ける人が呼び出しの際に考慮してもらいたいと思う要素を調査した[2]。調査の結果から、1)電話を受ける人の状態、2)電話を受ける人の周囲の状況、3)電話を受ける人の作業の状態の 3 つの要素が、全体の約半数を占めた。中村らの手法では周囲の状況までは考慮していないため、通話是非を正確に推定できない状況が考えられる。本研究では、Guzman らの調査から得られた通話是非に影響を与える要素の中で、ユーザの行動や状態を検知することで、中村らの問題点の解決に取り組む。

ユーザの行動や状態を検知する研究として、辻田らは日常生活における行動の一致を通知しあうシステム InPhase

[†] 山梨大学大学院医学工学総合教育部修士課程
コンピュータ・メディア工学専攻, Department of
Education Interdisciplinary Graduate School of Medicine and
Engineering, University of Yamanashi

[‡] 山梨大学大学院医学工学総合研究部, Interdisciplinary
Graduate School of Medicine and Engineering, University of
Yamanashi

を設計した[3]。一方、藤田らは頭部運動から[4]、また、野原らは背中筋の筋電位や PC で使用しているアプリケーションの情報などから[5]、オフィスの作業に対する割込み拒否度を推定した。また、米澤らはユーザの視線や音声の情報から、作業の終わりを検知するロボットの研究をした[6]。これらの研究では、検知のために特殊なセンサを用いたり、特定の状況下のみを想定したりしている。本研究では、ユーザに負荷なく日常的に使用してもらうことを想定し、スマートフォンのみを用いて検知することを目指す。

3. 通話是非に関する質問紙調査

電話に出られるかどうかについて、どのような要因が関わるのかを調査する質問紙調査を実施する。

3.1 調査の手続き

回答者には、質問で指定した場所において特定の行動をとっているとき（たとえば“学校 授業を受けているとき”）に携帯電話に着信あった場合、どのように対応するかを答えてもらう。回答の選択肢は、「電話に回答する」「相手によっては回答できる」「電話では回答できないがメールなら回答する」「応答しない」の 4 つである。回答者は 10 代から 20 代の大学生と大学院生 48 人および社会人 2 人の計 50 人である。指定した場所は自宅・学校・アルバイト先・屋外・その他（施設など）の 5 つである。場所と行動の組み合わせに基づく質問は全部で 50 個である。

3.2 結果・考察

表 1 にその他を除く場所における「電話に回答する」と回答した数の相対度数を示す。学校とアルバイト先では優先するべきもの（学業や勤務など）があり、授業中や勤務中の相対度数はそれぞれ 0 と 0.04 である。

自宅において、他者と一緒にいると明記されている全ての質問の項目において相対度数が 0.5 を下回った。学校とアルバイト先においても同様の傾向が見られたため、表 2 にひとりであるときに電話に出られる割合と、他者と一緒のときに電話に出られる割合のそれぞれを示す。

野外において、車両を運転しているときのみ相対度数が 0.1 を下回った。そこで、移動手段に着目し、表 3 にまとめた。車での移動時の相対度数は、自身が運転しているときと他者が運転しているときの平均である。

表 1 各場所での電話に回答する割合

場所	電話に回答する割合
自宅	50 %
学校	30 %
アルバイト先	20 %
屋外	33 %

表2 他者の存在による違い

場所	ひとりのときに電話に应答する割合	他者がいるときに電話に应答する割合
自宅	72.4 %	30.1 %
学校	69 %	24.7 %
アルバイト先	60 %	17 %

表3 移動手段による違い

移動手段	電話に应答する割合
歩行	74 %
自転車・原付自転車	8 %
自動車	18 %
バス・電車	5 %

4. 電話を受ける相手の状態とコール時間および電話の掛けなおしの有無に関する質問紙調査

本調査では、通話是非識別モデルを使用して相手が電話に出られそうかどうか事前にわかると仮定したとき、電話を掛け続ける長さや、相手が電話に出なかったときに掛けなおすかどうかを調査する。

4.1 調査の手続き

独立変数は電話を掛ける相手・電話の重要度・相手が電話に出られそうかどうかの3要因であり、その際にどのくらい電話を掛け続けるか・電話に出なかった場合に掛けなおすかどうかを従属変数として回答者に答えてもらう。電話を掛ける相手は「親」「友人」「先輩」「後輩」「教員」「アルバイト先の上司」の6水準である。電話の重要度は「緊急かつ重要」「緊急」「重要」「どちらでもない」の4水準であり、自分に対して緊急または重要であることに注意してもらう。更に、緊急の用件は、相手に指定はないが早急に伝えたい内容を、重要な用件は、特定の相手に確実に伝えたい内容をそれぞれ想定してもらう。相手が電話に出られそうかどうかは「出られそう」「どちらともいえない」「出にくそう」の3水準である。質問の個数は上記の組み合わせである72個であり、それぞれに電話を掛け続ける長さとして掛けなおすかどうかを答えてもらう。回答者は20代の大学生と大学院生19人である。

4.2 結果・考察

電話を掛け続ける長さについて、3要因の分散分析をおこなった結果、相手が電話に出られるかどうかの状態において有意差が認められた($p<0.01$)。図1の箱ひげ図は、相手が電話に出られそうかどうかの状態の違いによる、掛け続ける長さを表した結果である。グラフの横軸において、どちらともは「どちらともいえない」を表す。多重比較の結果、電話に出られそうな状態と電話に出にくそうな状態との間に有意差が認められた($p<0.05$)。

同様に、電話を掛けなおすかどうかについて、3要因の分散分析をおこなった結果、相手が電話に出られるかどうかの状態において有意差が認められた($p<0.001$)。図2の箱ひげ図は、相手が電話に出られそうかどうかの状態の違いによる、掛けなおすかどうかを表した結果である。多重比較の結果、すべての状態間に有意差が認められた($p<0.05$)。

以上の結果から、電話を掛ける側が相手の状態を事前に知ることによって、電話を掛け続ける長さとして掛けなおしの有無に

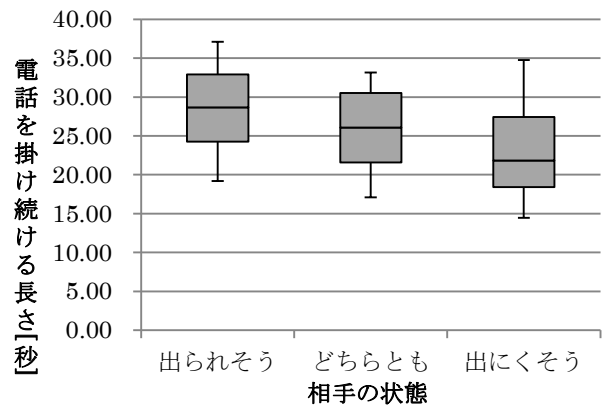


図1 相手の状態の提示による電話を掛け続ける長さの違い

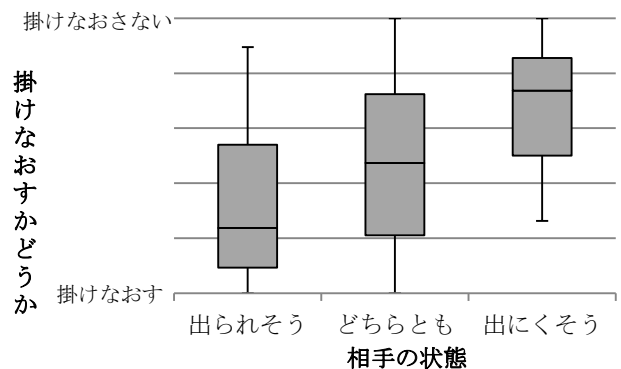


図2 相手の状態の提示による掛けなおしの有無の違い

変化が出ることが確認され、本研究における通話是非を推定して掛ける側に知らせるといった提案は有用であると考えられる。電話を掛け続ける長さに関しては、相手の状態を3段階で提示することに意味はなく、相手が出られそうか出にくそうかの2段階で十分である。しかし、3段階で提示することで、電話を掛けなおすかどうかの判断に影響を与えることが示された。よって本研究では通話是非を3段階に分けて提示することを考える。

4.3 電話の重要度の主効果および相手の状態との交互作用

同様の分散分析の結果、電話を掛け続ける長さとして電話を掛けなおすかどうかの両者で、電話の重要度において有意差が認められた(いずれも $p<0.001$)。図3に電話の重要度の違いによる、掛け続ける長さを、図4には掛けなおすかどうかをそれぞれ示す。図の横軸において、緊&重は「緊急かつ重要」、なしは「どちらでもない」をそれぞれ表す。多重比較の結果、電話を掛け続ける長さにおいては緊急と重要の間以外で、掛けなおすかどうかにおいては全ての水準間で有意差が認められた($p<0.05$)。

また、掛けなおすかどうかにおいては相手の状態との間に交互作用が見られた($p<0.001$)。単純効果の検定を実施した結果、電話の重要度が「どちらでもない」以外のときに有意差が認められた($p<0.001$)。このことから、電話の重要度が緊急または重要なときは、相手が電話に出にくそうでも

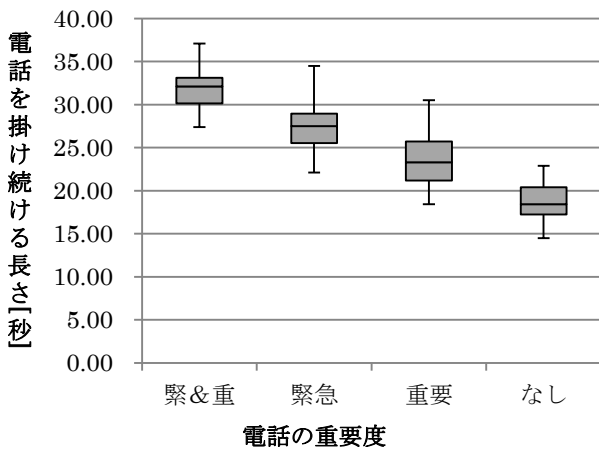


図3 電話の重要度による電話を掛け続ける長さの違い

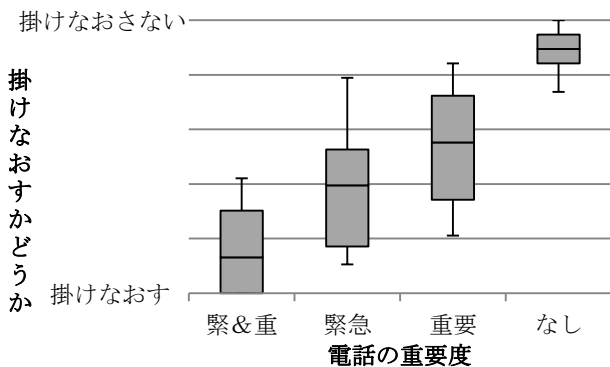


図4 電話の重要度による掛けおしの有無の違い

掛けなおす傾向があることがわかる。また、重要度がどちらでもないときは、相手が電話に出られそうでも掛けなおさない傾向にある。

以上の結果から、電話の重要度もまた電話を掛け続ける長さや掛けおしの有無に影響を与えることがわかる。特に重要な電話や緊急な電話は、相手が出にくそうな状態であっても掛けなおす傾向にある。これは電話を掛ける側の状態の提示であり、本研究の目的である電話を受ける側の通話是非の推定とは異なるが、事前に電話の重要度を受ける相手に知らせることで、通話是非に変化が起きる可能性が考えられる。たとえば緊急で重要な電話のとき、受ける側は多少無理をしても、着信に応答しようとするかもしれない。

5. 通話是非推定モデルの設計

3節で実施した質問紙調査の結果から、移動手段と場所、周囲の他者の存在が通話是非に影響することが考えられる。そこで、ユーザの場所と移動手段と周囲の他者の存在から通話是非を推定するモデルを設計する。本研究では、電話に応答する確率を通話可能率とし、これを算出することで通話是非の推定とする。

表2から、自宅・学校・アルバイト先にいるときに、他者がいるかどうかで電話に応答する割合が変化することがわかる。一方で、移動手段との関係は考えないものとする。これは、自転車以上の速さを持つ移動手段を用いる場合は、通常その場所を離れるとき、もしくはその場所に行くため

に用いられると考えられるからである。たとえば「自宅で車に乗っているとき」という状況のときは、もはや自宅には所属していない、もしくは自宅に到着し降車するであろうことが想定できる。

同様に、移動をしているときは移動手段による影響が大きく、他者の存在の影響が少ないことが考えられる。つまり、他者と一緒に歩いているときの方が、一人で車を運転しているときよりも電話に応答できる確率が高いことが想定できる。

以上の考察から、通話可能率算出のフローチャートを設計し、図5に示す。処理の流れとして、はじめに場所が自宅・学校・アルバイト先かどうかを調べる。この3か所のいずれかにいる場合、他者の存在の有無から通話可能率を算出する。それ以外の場所にいる場合、移動手段から通話可能率を算出する。

5.1 移動手段・場所・他者の存在の検知

移動手段と場所を判別するために、位置情報を利用することを考える。一定時間前の位置情報と、現在の位置情報の差分をとることで、単位時間あたりの移動距離がわかり、これが移動手段の判別に利用できる。また、あらかじめ自宅・学校・アルバイト先の位置情報を設定しておき、現在地から設定した各場所までの距離を測ることで、ユーザのいる場所が判別できる。

他者の存在は、周囲の音から判断することを考える。具体的には、周囲の音の中に人の声が入っているかどうかを、他者の存在する割合を測る。ユーザがひとりのときには会話は起きず、他者と一緒にいるときに会話が始まると仮定する。本研究では、一定時間内で取得された音に含まれる人の声の割合を、零交差数を数えることで測定する[7]。零交差数は、雑音の場合大きくなり、人の声の場合小さくなる。集音された区間での零交差数が一定数以下のときの割合を、他者のいる確率として算出する。

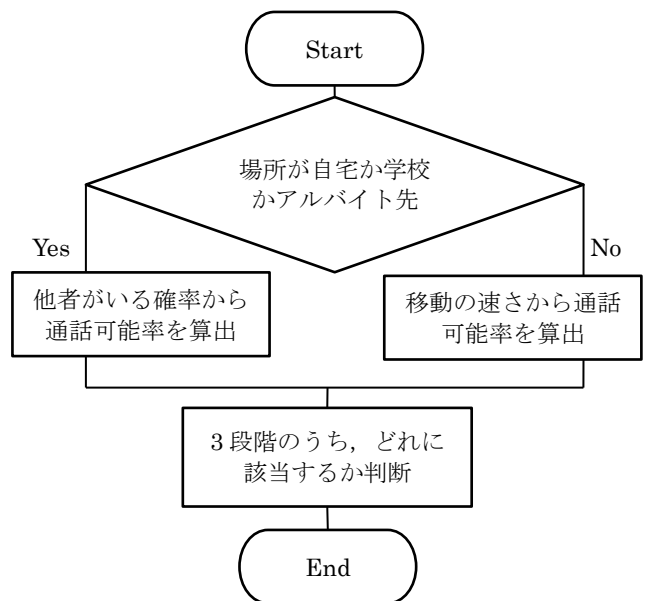


図5 通話是非推定のフローチャート

5.2 自宅・学校・アルバイト先での通話可能率算出方法

自宅・学校・アルバイト先で電話に出られるかどうかは、他者の有無に影響される。また、周囲の音からは他者のいる確率が算出される。電話に出るといふ事象をAnswer, 他者がいるという事象をOthersとし、算出されたデータを基に、他者がいる確率 $P(Others)$ が与えられたときに電話に出る確率を式(1)に示す。式(1)におけるTとOは表2に示される「他者がいるときに電話に回答する割合」と「ひとりのときに電話に回答する割合」の数値である。式(1)に算出された他者がいる確率を代入することで、電話に出る確率が求まる

$$P(Answer) = P(Others) \times T + P(\overline{Others}) \times O \quad (1)$$

5.3 その他の場所での通話可能率算出方法

自宅・学校・アルバイト先以外の場所で電話に出られるかどうかは、移動手段に影響される。移動手段と電話に出られる確率の対応は表3に示されている。ここで、各移動手段と移動の速さを対応付け、表4にまとめる。歩行の平均の速さはおおよそ5~6 km/h であると考えられる。また、一般道における原付自転車と自動車の法定速度はそれぞれ30 km/h と 60km/h である。高速道路での自動車の法定速度が100 km/h であることから、100 km/h 以上の速さの場合は移動手段が電車や新幹線であることが想定される。

表3と表4から、移動の速さと電話に出る割合を対応付けることで、移動の速さから電話に出る確率を推定できる。図6に移動の速さと電話に出る確率の関係を図示する。図6の横軸は移動の速さ (km/h) であり、縦軸は電話に出る確率である。電話に出る確率 p は移動の速さ v の関数であるとし、図6の各点の間の補間式を立てると、式(2)のように書ける。式(2)に算出された移動の速さを代入することで、電話に出る確率が求まる。

$$p = \begin{cases} 0.74000, & 0 \leq v < 6 \\ -0.02750 \times v + 0.90500, & 6 \leq v < 30 \\ 0.00333 \times v - 0.02000, & 30 \leq v < 60 \\ -0.00325 \times v + 0.37500, & 60 \leq v < 100 \\ 0.0500, & 100 \leq v \end{cases} \quad (2)$$

6. おわりに

本研究では、ユーザの移動と居場所および周囲の音に着目し、その中で、ユーザの「移動手段」、「場所」、「近くの他者の存在」を識別することで通話是非を推定するモデルを設計した。このモデルを実装したシステムを用いることで、自身の通話是非を事前に知らせることができ、自分が電話に出られないときに電話が掛ってくることで、それに伴う作業への集中の妨げを防ぐことが期待できる。また事前に相手の通話是非を知ること、電話に出られない相手に、電話を掛け続けてしまうことを防ぐことが期待できる。相手の状態などを考慮して電話を掛けることで、良好なコミュニケーションにつながる可能性もある[8]。また相手の様子がだまかではあるがわかることで、無事である安心感などが伝わる他、相手の安全を見守る方法としての利用もかんがえられる。

今後は、授業中などの作業の状況を考慮することで、各場所における他者の存在だけでは特定することが困難であると想定される状況での通話是非の推定を可能とするモデ

表4 移動手段と移動の速さの対応付け

移動手段	移動の速さ
歩行	6 km/h
自転車・原付自転車	30 km/h
自動車	60 km/h
電車・新幹線など	100 km/h

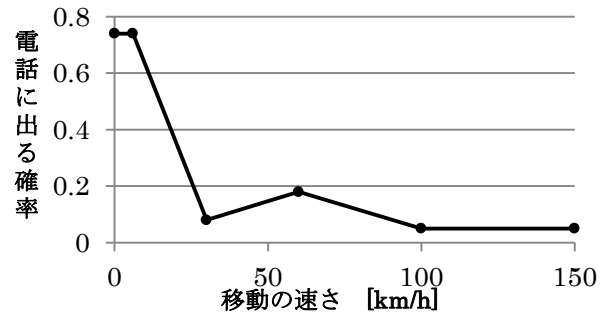


図6 速さと電話に出る確率の関係グラフ

ルへの改良を試みる。その後、スマートフォンを用いて通話是非推定モデルを実装し、推定する通話是非の精度を観察からの記録と比較することで評価する実験を実施する予定である。更に、通話是非推定システムを用いる場合と用いない場合とで、電話を掛ける際に相手が電話にでる回数や掛け続ける長さなどの比較実験を実施する予定である。また、4.3節で述べた電話を掛ける側の状態の提示についても考慮することで、新たなコミュニケーション支援につながるのではないかと考える。

参考文献

- [1] 中村 洋, 山本 景子, 倉本 到, 辻野 嘉宏, 水口 充, “安心感を伝達するための通話是非通知システム”, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, Vol.2011-HCI-141, No.2, pp.1-8 (2011).
- [2] Edward S. De Guzman, Moushumi Sharmin, and Brian P. Bailey; “Should I Call Now? Understanding What Context is Considered When Deciding Whether to Initiate Remote Communication via Mobile Devices”, Graphics Interface 2007, pp.143-150 (2007).
- [3] Tsujita H., Tsukada K., and Siio I., “InPhase: Evaluation of a Communication System Focused on “Happy Coincidences” of Daily Behaviors”, CHI2010, pp.2481-2490 (2010).
- [4] 藤田 欣也, 安部 亮介, 田中 貴紘, 青木 和昭, “オフィスワークの作業効率改善にむけた割込拒否度の推定”, 日本バーチャルリアリティ学会研究報告, Vol.17, No.CS-4, pp.5-8 (2012).
- [5] 野原 将輝, 山本 景子, 倉本 到, 水口 充, 辻野 嘉宏, “計算機非操作時を対象とした「忙しさ」推定指標の提案”, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2011 論文集 (DVD-ROM), 2221L, pp.481-488, 仙台国際センター (2011).
- [6] 米澤 朋子, 山添 大丈, 内海 章, 安部 伸治, “ユーザの視線・発声に対するクロスモダリティ適応型のロボット行動設計”, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol.11, No.4, pp.1-6 (2009).
- [7] 大西 正輝, 影林 岳彦, 福永 邦雄, “視聴覚情報の統合による会議映像の自動撮影”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J85, No. 3, pp. 537-542 (2002).
- [8] Yoosun H., “Is communication competence still good for interpersonal media?: Mobile phone and instant messenger”, Computers in Human Behavior, 27, pp.924-934 (2011).