

複数端末の協調による自動的な設定 切り換え手法に関する一検討

長 堀 哲^{†1} 荒 川 豊^{†2}
田 頭 茂 明^{†2} 福 田 晃^{†2}

携帯電話の普及に伴い、その利用マナーに関して敏感な社会になっている。例えば、電車で乗車中では携帯電話の電源を切ることが推奨されている。また、映画館や会議中はマナーモードにしておくべきである。一方で、家や歩行中、鞆の中に携帯電話がある場合は音を鳴らすモードにして携帯電話からの通知を聞き逃すことを防ぎたい。そこで、こうした端末の設定を自動的かつ適切に切り換える手法が求められている。本研究では、周囲の端末で協調を行うことにより、自動的なモード切り換え手法を提案する。提案システムでは、端末の位置情報から周囲の端末を認知してそれらの端末間でモード情報を共有し、マナーモードの割合から自身のモードを判定する。本論文では、この提案手法のシステム設計を行い、協調によるモード切り換えの簡単なプロトタイプを作成し、評価実験と考察を行った。

A Study on Automatic Setting Switching Technique by Cooperation of Multiple Terminals

SATOSHI NAGAHORI,^{†1} YUTAKA ARAKAWA,^{†2}
SHIGEAKI TAGASHIRA^{†2} and AKIRA FUKUDA^{†2}

With the spread of mobile phones, society has become sensitive about the use of manners. For example, we have been encouraged to turn off our cell phone while riding the train. In addition, you should make silent mode during a movie theater and a meeting. On the other hand, we want to prevent it from missing the notice from a cell-phone while we are in the house or we walk or we put a cell-phone in a bag. Therefore, the technique for switching the setting of the terminal automatically and appropriately is requested. In this study, we propose a method for automatic mode change by performing the coordination around the terminal. In our system, the mode is judged by recognizing surrounding terminals using the location of the terminal, and sharing mode information between those, and calculating the ratio of the manner mode. In this

paper, we designed our system and created a simple prototype of the proposed system, conducted experiments and discussion.

1. はじめに

携帯電話の普及に伴い、その利用マナーに関して敏感な社会になっている。例えば、電車やバスに乗車中では携帯電話の電源を切ることが推奨されている。また、映画館や講演会場といった公共施設や、会社での会議中は音が出ないようにしておくべきである。一方で、家や歩行中、鞆の中に携帯電話がある場合は音を鳴らすモードにして、携帯電話からの通知を聞き逃すことを防ぎたい。現在は、手動で切り換える以外は方法がないため、何度もモードを設定する時には煩わしい。また、うっかりマナーモードにし忘れることや、マナーにしたまま鞆に入れてしまい着信などを聞き逃すといった課題がある。そこで、こうした端末の設定を自動的かつ適切に切り換える手法が求められている。

近年では、携帯端末とセンサデバイス等の機器との連携により、位置情報や温度情報など様々なユーザ情報を得ることができる。これにより、機器がユーザの置かれている状況すなわちコンテキストを自動的に判断し、その状況にあった適切なサービスを提供するコンテキストウェアアプリケーション¹⁾⁻²⁾が普及してきている。そこでユーザ情報からユーザの状況を推定して、その状況に合わせたモードを提供することで、モード切り換えの自動化を行う。

まずユーザがマナーモードにする状況は主に以下の三つに分けられる。

- 1) 公共施設
- 2) 会社などの会議
- 3) 公共交通機関

これら三つの状況の違いを述べると、まず1)については、公共施設の映画館などでは常時マナーモードである必要がある。それに対して2)では、会議が行われている会議室ではマナーモードである必要があるが、それ以外の時間帯ではマナーモードにする必要がない。また3)の場合では、バスや電車内は乗車中の時に常にマナーモードに設定するが、ユーザ

^{†1} 九州大学大学院システム情報科学府

Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

^{†2} 九州大学大学院システム情報科学研究院

Faculty of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University

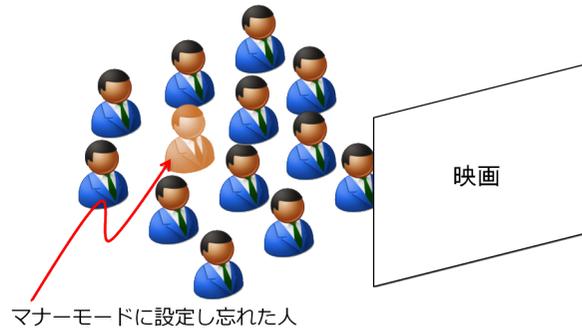


図 1 提案が効果的な場面

が移動しているという点で、1) や 2) とは状況が異なる。

従来手法として Chameleon Phone³⁾ というものが考えられている。これは位置情報に応じて端末の機能を変化させるものであり、その一つに自動マナーモード切り換えが挙げられている。この方法では、GPS(Global Positioning System) と IMES(Indoor Messaging System) の受信機を用いることで屋内外の自分の位置を取得可能にし、これにより公共施設にいるかどうかを判断できるため、1) の場合は自動切り換えが可能であると考えられている。しかし、Chameleon Phone は自動マナーモード切り換えを行う場所の情報を事前に登録する必要がある。そのため、一つの端末で場所の情報を登録するのは手間がかかると共に、未知の場所はマナーモードに切り換えることができない。また、2) や 3) の状況には対応できないという問題がある。

そこで本研究では、周囲の携帯端末との協調を行うことにより、先ほど述べた三つの状況を自動的かつ適切にマナーモードに切り換える手法を提案する。提案システムでは、ユーザの状況を推定するための情報として、端末の位置情報と端末のモード情報の二つの情報を利用する。これらの情報をネットワークを介して他の端末と協調し、状況推定を行った後、その状況に応じたモード判定を行う事により自動モード切り換えシステムを実現する。

端末の位置情報とモード情報を使う具体的な例として、映画館内でのモード切り換えを述べる。映画館内ではマナーモードにしなければならないが、図 1 のように一部の人がマナーモードの設定を忘れていた場合を考える。周囲がマナーモードにしているという情報は、その場所がマナーモードにするべき場所である可能性が高いと推定できる。そのため、位置情報から周囲の端末を把握し、周囲のモード情報を収集することで自身の端末をマナー

モードにするかしないかの判断を行うことができる。これにより 1) の状況では、従来手法で不可能だった未知の場所においても、周囲のモード情報を使うことで自動マナーモード切り換えが可能となる。また、2) や 3) の状況でも同じことが言えるため、他の端末のモード情報を用いることによりすべての場合で状況推定を行うことができる。さらに、位置毎のマナーモード情報の統計をとることにより、協調なしに位置に対してマナーモードを関連づけることも可能になる。

提案方式において、マナーモード情報を共有する仕組みとして集中型と分散型がある。集中型は一つのサーバにモード情報を集約し、端末がサーバと通信を行うことでマナーモード情報を共有する。一方、分散型では端末同士で直接通信を行いモード情報を共有する。

本論文では、提案手法のシステム設計を行い、従来の位置情報によるモード切り換え手法と本提案の端末の協調による切り換え手法の簡単なプロトタイプを実装し、二つの手法を比較して評価を行った。従来手法のプロトタイプは、位置測位手法として GPS を利用するものを用意した。取得した位置情報とマナーモードに切り換える場所の位置情報を比較し、モード切り換えの判定を行う。提案手法のプロトタイプは、二つの端末間の分散型協調によるモード切り換えを行う。相手の端末と直接通信する手段として Bluetooth 通信を行い、一方の端末が他方の端末からモード情報を受け取り、そのモードへと切り換える。二つのプロトタイプを使い、モード切り換えの際の応答時間の比較及び切り換え領域の範囲を評価する。

評価実験の結果、応答時間に関しては、提案手法の方が従来の位置情報を使う手法よりも応答時間の遅延が大きかった。これは相手端末との通信を行うタスクがあるために、その分のタイムラグが発生したと考えられる。しかし、提案手法の応答時間もユーザの満足を得るには十分な時間であることがわかった。また、モード切り換え領域の範囲の検証においても、相手端末との距離が 40 ~ 50m 以内であれば相手のモード情報を受け取ることが可能であることがわかった。これは周囲の端末のマナーモード情報を知るという点で多くの端末の情報が見れるため、十分に広い範囲と言える。

2. 関連研究

2.1 Chameleon Phone

自動マナーモード切り換えの従来手法として Chameleon Phone³⁾ というものが考えられている。これは屋内外での位置情報を取得可能にし、それをコンテキスト情報としてアプリケーションに利用するものである。位置情報の取得には GPS を利用し、この位置情報を

使って様々な状況に応じて端末の機能を変化させるものである。GPSは屋外の位置情報は取得できるが、屋内では精度が低いので正確な位置情報を取得できない。そこでこの研究では、GPS衛星と同じ周波数帯の電波を出力するIMES送信機を屋内に取り付け、IMESの電波を受け取ることができるChameleon Phoneにより屋内外で正確な位置情報を取得可能にすることを提案している。

Chameleon Phoneを利用したアプリケーションの例として、ワイヤレスマイク機能がある。これは大学の講義室や講演会場などのような一対多の場面で、会場内のスピーカーと連携させて端末にマイク機能を持たせることで簡単に発言ができるようになるものである。また屋内の位置情報を利用して、会場内ではマナーモードに自動的に切り換えるといったアプリケーションもある。

2.2 既存手法の問題点

従来手法の問題点として、Chameleon Phoneは端末単体で動くため、自動マナーモード切り換えを行う場所の情報をその単体自身もつ必要があり、一つの端末で場所の情報を登録するのは大変である。また、初めて訪れる未登録の場所はマナーモードに切り換えることができない。さらに、会議の間や公共交通機関での自動マナーモード切り換えも対応できない。

一方、本研究では、ネットワークを介して複数の端末を協調させるという方法をとることにより、マナーモードに切り換える場所の情報の登録を複数の端末で行うことが可能になるほか、その情報を共有すれば、未知の場所にも対応できる。また会議や交通機関においては周囲の人はマナーモードにしていることに着目し、端末の協調により周囲の端末のモード情報を参考にすることで、自身の端末のモードを自動的に切り換えることが可能となる。

3. 提案手法

3.1 端末の協調の仕組み

本研究における端末の協調に関して、集中型協調手法、分散型協調手法、場所情報共有手法の三つの手法を提案している。この節ではそれぞれの協調手法について述べる。

3.1.1 集中型協調手法

集中型協調手法では、複数の端末と一つのサーバを利用する。図2のように、定期的に端末は現在位置とモード情報をサーバに送信する。サーバ側で、集約したデータがある条件のもとでクラスタリングを行う。その条件としては、端末間の距離や端末の移動速度などの情報を使う。クラスタリング後、クラスタ毎にモード判定を行い、クラスタ内の端末に通知

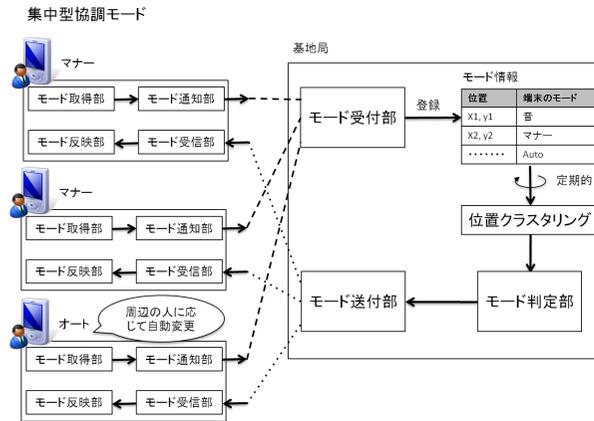


図2 集中型協調手法

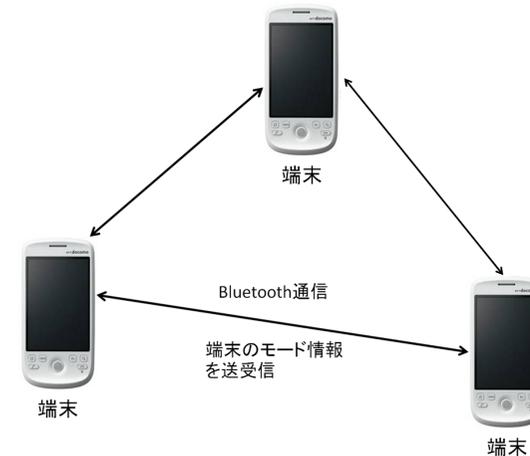


図3 分散型協調手法

する。

3.1.2 分散型協調手法

分散型協調手法では図3で示すように端末同士で通信を行う。端末間で直接通信を行うことで、相手のモードを取得する。モード情報を知りたい相手の固有番号を自身の端末に登録

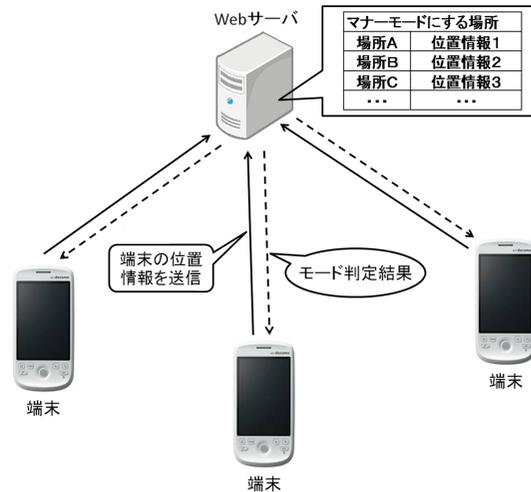


図4 場所情報共有手法

しておき、その固有番号を観測した時に相手の端末と Bluetooth 通信を行い、相手のモード情報を取得する。そして、相手のモード情報から自身の端末のモードを判定する。

3.1.3 場所情報共有手法

場所情報共有手法は従来の Chameleon Phone をベースにした手法であり、Chameleon Phone ではマナーモードに切り換える場所の情報を自身が持つ必要があったが、提案手法では場所の情報を一つのサーバに集約させる形をとる。図4のように各端末がサーバに、マナーモードに切り換える場所の情報を送信して情報をデータベースに集めて、必要な情報をサーバから受信するような集中型で行う。これにより、マナーモードにする場所が未知な場所でも他のユーザがその場所を知っておりかつサーバに情報を送信しているなら、自分の端末も自動的にマナーモードに切り換えることが可能となる。モード切り換えまでの動作は、まず端末からサーバへの通信は自身の端末の位置情報を送信する。次にユーザから送られた端末の位置情報をもとに、登録されてあるマナーモードにする場所の情報と照らし合わせ、場所に応じたモード判定結果を送信する。サーバへの場所の情報の登録は端末から適宜更新できるようにする。

3.2 モード判定

前の節では、モード情報の取得のための端末間の協調の仕組みについて説明した。この節

では、情報を取得した後のモード判定の方法を説明する。

3.2.1 集中型協調手法

集中型協調では、図2のようにサーバのデータベースに端末の位置情報とモード情報が登録されている。端末は協調の対象となる周囲の端末を決めるための条件となる情報をサーバに送信する。条件となる情報として、エリア情報を例にとるとサーバは受け取ったエリア情報をもとに、端末と同じエリアに属する他の端末のデータをクラスタリングする。クラスタ内のモード情報をサーバの判定部に集め、マナーモード率を計算しマナーモードにしないかの判定結果を端末に返す。そして判定結果をもとに端末はモードの切り換えを行う。マナーモードにするか否かは個人によって異なるため、モード判定結果におけるマナーモード率の閾値はユーザ側で設定する。

3.2.2 分散型協調手法

分散型では、モード情報を見たい相手の端末と Bluetooth 通信を行い、相手からモード情報を取得する。集めたモード情報を端末側でマナーモード率を計算し、モード判定をする。集中型協調手法と同様に、モード判定におけるマナーモード率の閾値はユーザ側で設定する。

3.2.3 場所情報共有手法

場所情報共有手法では、サーバのデータベースに位置情報の他に、その場所におけるモード情報も同時に登録する。端末が自身の位置情報を取得した際に、サーバに情報を送信するとサーバ側で、該当する場所を探索する。該当した場所のモード情報を端末に送信し、端末側がその情報を利用してモードを切り換える。

4. システム設計

本章では、第3章で述べた提案手法の中で、集中型協調と分散型協調におけるシステム設計を述べる。

4.1 集中型協調

この節では、集中型協調のシステムの設計について述べる。

4.1.1 機能要件

集中型協調では、ローカルデバイス（端末）とインターネット上にある Web サーバの二つのシステムを使用する。ローカルデバイスは、GPS センサーや加速度センサーなど各種センサーを備えるものとする。位置情報は、GPS だけでなく無線 LAN から取得することも可能である。またローカルデバイスは、Wi-Fi のアクセスポイントも取得することができ

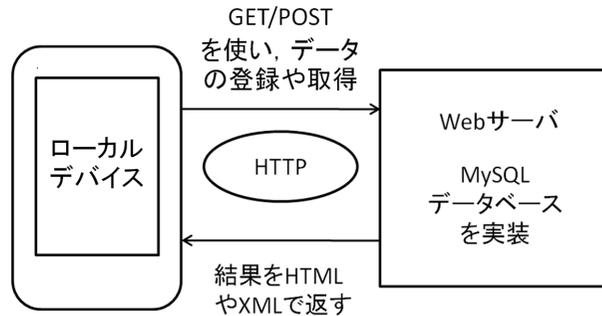


図 5 端末とサーバの通信の一例

る。Web サーバは、MySQL を用いデータベースを作成し、位置情報やモード情報を保持できるものとする。

4.1.2 構成

図 5 はローカルデバイスとサーバ間の通信の構成図を示す。集中型協調手法では、端末からサーバへ位置情報とモード情報の書き込みとサーバからマナーモード判定の結果を受け取る動作がある。情報をデータベースに書き込む時は、端末からサーバ側へ HTTP の POST 送信を行い緯度・経度等を登録する。マナーモード判定の結果を受け取る時は、端末側からサーバへ HTTP の GET 送信を使ってモード判定結果を要求し、サーバは端末へマナーモード判定の結果を HTML または XML で返信する。

4.1.3 処理の流れ

図 6 は端末側のフローチャートを示す。以下に処理内容の詳細を述べる。

- 1 ローカルデバイスは GPS やネットワークから位置情報（緯度，経度）を取得する。
- 2 端末から Web サーバのデータベースにアクセスし、取得した情報や自身のモード情報を HTTP で送信する。
- 3 サーバは受け取った情報をデータベースに登録する。
- 4 端末側から結果の要求が来ると、サーバはモード判定結果を送信する。
- 5 端末はモード判定結果をもとに、モード設定をする。マナーモードに切り換えた場合は処理を終了するが、切り換えない場合は 1 に戻り、繰り返し処理を行う。

4.2 分散型協調

この節では、分散型協調のシステム的设计について述べる。

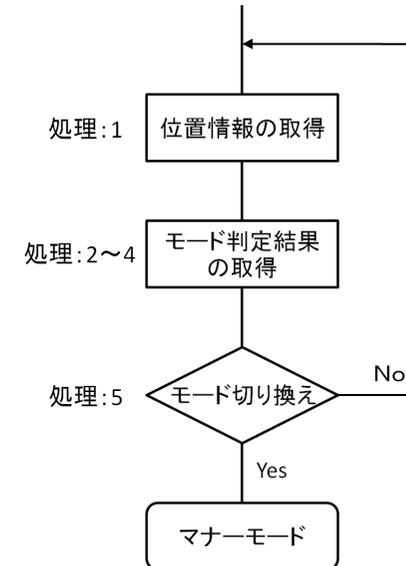


図 6 端末側の処理のフローチャート

4.2.1 機能要件

分散型協調では、ローカルデバイス（端末）のみで行う。ただし、ローカルデバイスは Bluetooth 通信が可能であるものとする。

4.2.2 構成

図 7 はデバイス間の通信の構成図を示す。Bluetooth 通信を行いモード情報の送受信を行う。その際、対となるデバイスを一意に識別するための ID として、MAC アドレスを用いる。そのため、通信デバイスはあらかじめ相手の MAC アドレスを持っておく必要がある。

4.2.3 処理の流れ

図 8 は端末（モード情報を受け取る側）の処理のフローチャートを示す。また図 9 は二つのデバイスの処理の流れを示す。以下に処理内容の詳細を述べる。

- 1 端末 A は端末 B への接続を試みる。接続できなかった場合は、繰り返し接続要求を行う。
- 2 端末 B への接続が成功したら、端末 A からモード情報要求のメッセージを送信する。
- 3 端末 B はメッセージを受け取ったら、自身のモードに応じたメッセージを端末 A に送

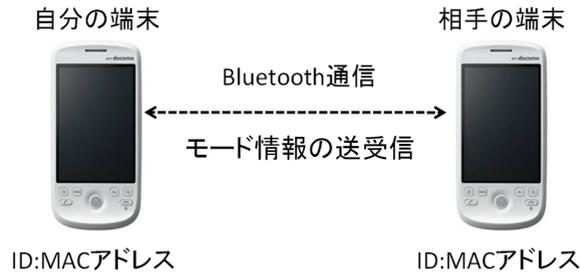


図 7 端末間の通信

信する。

4 端末 A は受け取ったメッセージにより、モード切り換えを行う。

5. 評価と考察

提案システムの有効性を検証するために、簡単なプロトタイプを実装し、モード切り換え時のシステムの応答時間及び切り換え領域の正確性に関する検証を行った。以下にそれぞれの実験の概要及びその結果、考察を述べる。

5.1 システムの応答時間の検証

5.1.1 実験概要

本論文は自動的かつ適切なモード切り換えを行う手法を提案しており、適切なモード切り換えを行うためにもそのシステムの応答時間はユーザが満足できるものでなければならない。今回は、位置情報を用いた従来手法と分散型協調を用いた提案手法のそれぞれでシステムの応答時間の検証を行った。従来手法における検証では、端末はあらかじめモードが切り換わる場所にいると想定し、また応答時間は端末が位置情報を取得してからモードが切り換わるまでの時間とする。位置情報として、緯度・経度情報と、無線 LAN のアクセスポイントの二つの場合で検証を行った。また提案手法における検証では、協調相手の端末がすでに見えていると想定し、応答時間は自身の端末が協調相手の端末に対して接続要求を行ってからモードが切り換わるまでの時間とする。それぞれの手法で、10 回ずつ検証を行った。

5.1.2 実験結果

実験結果を表 1 に示す。緯度・経度情報を用いた従来手法に比べ、提案手法では平均の応答時間は 2.113sec 遅れているが、相手端末との通信を確保する作業があるためその分タイ

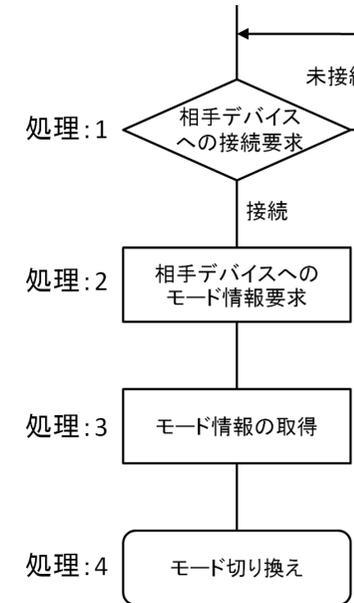


図 8 端末の処理のフローチャート

表 1 システムの応答時間

	最大実行時間 [s]	最小実行時間 [s]	平均実行時間 [s]
位置情報 (緯度・経度)	0.073	0.063	0.067
位置情報 (アクセスポイント)	0.030	0.023	0.025
提案手法 (分散型)	2.27	2.04	2.18

ムラグが起こってしまっている。それでも、モード切り換え領域に入ると 2.18 秒で切り換わるので、問題ない結果といえる。

5.2 モード切り換え範囲の検証

5.2.1 実験概要

この実験では周囲の端末との直接通信を行う分散型協調手法におけるモードの切り換えの範囲を検証する。この実験は図 10 の九州大学伊都キャンパスウエスト 2 号館 7 階の 726 室付近で行う。分散型協調手法で相手端末と Bluetooth 通信を行う上で、接続可能な距離を検証した。その方法として、通信相手の端末の位置を固定し、相手端末との距離を変えな

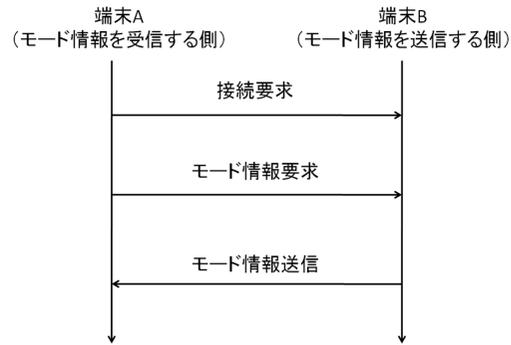


図 9 端末間の処理

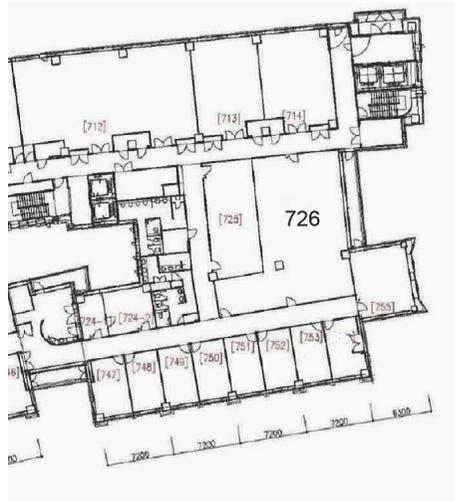


図 10 実験環境

が絶えず Bluetooth 通信を試みてモードが切り換わる範囲を求めた

5.2.2 実験結果

図 11 の星印に協調の対象となるデバイスを置き、範囲の検証を行った。また図 11 の斜線部が実際にモードが切り換わった範囲であり、相手端末との接続可能な距離は約 50m で

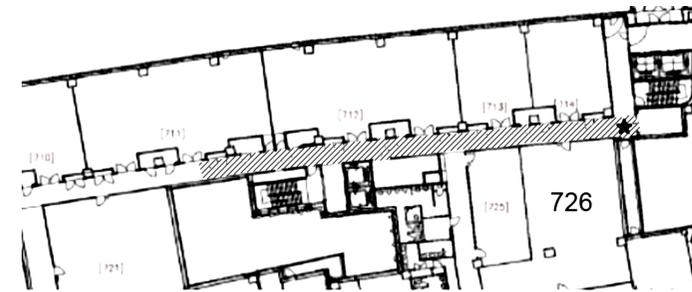


図 11 実験結果

あることがわかった。

5.3 考察

二つの実験を行った結果として、提案手法は位置情報を用いた手法に比べて応答時間の遅延があったが、モード切り換えにかかる時間に関して問題のある値ではなかったため、ユーザのモード情報は自動マナーモード切り換えに対し利用できるコンテキスト情報であることが分かった。またモード切り換え範囲の検証では、相手端末との直線距離で約 50m 以内なら通信可能というかなり広い範囲で通信ができることが分かった。しかし今回は通信可能な相手とただ通信しているだけであり、複数の端末との協調を行うには、協調する相手デバイスの範囲を正確に決める必要がある。そのため、今後は相手と協調するかしないかの明確な基準を判断するシステムを実装する必要がある。

6. おわりに

最後に、本論文のまとめと今後の検討課題について述べる。

6.1 まとめ

本論文では、複数端末の協調による自動的な設定切り換え手法の研究として、マナーモードの自動切り換えに着目し、システムの提案と設計、プロトタイプ作成、及びその有効性を評価した。公共施設や会議、交通機関など、マナーモードに切り換えなければならない場所では、自動で切り換えることでユーザがモード設定をするコストを減らすことができる。そこで本研究では、マナーモードに切り換える場所では、他の端末もマナーモードである可能性が高いことに注目して、他の端末のモード情報をコンテキスト情報として扱い、そのコンテキストを端末協調により取得することで、自動的にモードが切り換わるシステムを提案

した。評価を行うプロトタイプとして、位置情報（緯度・経度またはアクセスポイント）を使った自動モード切り換えシステムと1対1での協調をして自動モード切り換えを行うシステムの三つを作成し、評価の結果、従来の位置情報を使ったシステムに比べ提案手法は、応答時間は少し劣化した。モード切り換えの範囲は広い。そのため周囲の多くの端末の情報を集めることが可能であり、端末のモード情報がコンテキスト情報として利用可能であることが分かった。

6.2 今後の課題

本研究では一対一の分散型協調システムを実装した。プロトタイプでは相手の端末との通信ができるかできないかでモードの切り換えを行っていたが、複数相手と協調する場合には通信相手デバイスを決めていく必要がある。そこで今後の課題として、相手の端末と通信ができる状態でも通信をするかしないかという判断を行うシステムを実装する。また、集中型協調システムや場所情報共有システムの実装を行い、それを実環境で評価実験を行うことも今後の課題である。

謝辞 本処理系の開発、及び検証は、日本電信電話株式会社 NTT サービスインテグレーション基盤研究所と国立情報学研究所の提供する研究設備、回線を利用した共同研究の一環として実施している。ここに記して謝意を示す。

参 考 文 献

- 1) A. K. Dey and G. D. Abowd, "Towards a better understanding of context and contextawareness," *Technical Report GIT-GVU-99-22*, Jun. 1999.
- 2) T. Hofer, W. Schwinger, M. Pichler, G. Leonhartsberger, and J. Altmann, "Contextawareness on mobile devices - the hydrogen approach," *Proceedings of the 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, pp.292-302, Jan. 2003.
- 3) 小川晃平, 牧野泰才, 湊宣明, 神武直彦, "Chameleon Phone:屋内外での位置情報や環境情報に応じて機能を変化させる GPS 携帯システム," 情報処理学会インタラクション, SB26, 2010.