

# 研究計画書

## 外部入出力との接続による 携帯端末のデスクトップコンピュータ化

慶應義塾大学 環境情報学部

自署： \_\_\_\_\_

学籍番号 70747783

希望プログラム名： CI

平成 22 年 5 月 27 日

### 概要

CPU などのハードウェアの小型化・量産化により，個人が複数のコンピュータを所有するようになった．そのような環境の中で，利用するコンピュータを変更する際にも，処理を継続したいといった要求がある．このような要求を満たすために，従来は遠隔操作の技術を利用していたが，スマートフォンなどの携帯端末を利用した遠隔操作が一般的になり，新たな問題が生じている．コンピュータを遠隔操作する場合は互いの接続性が要求されるが，移動する携帯端末において常に接続性を維持するのは困難である．本研究では，各アプリケーションが携帯端末の中で動作しつつ，外部の入出力装置を利用してデスクトップコンピュータの様に振舞う利用モデルを提案する．

## 1 はじめに

CPU やメモリなどの量産化・小型化などの要因がコンピュータの価格を下げ，コンピュータを個人で所有することが容易になってきた．現在では多くの人が，携帯電話やラップトップなどの複数のコンピュータを所持している．

それぞれのコンピュータは互いに独立しており，別々の動作状態を持っている．図 1 に，ユーザと独立した複数のコンピュータの関係を示す．ユーザは利用する場所などに合わせてコンピュータを選択・変更するが，その際にユーザは動作状態を構築しなおす必要がある．したがって複数のコンピュータ間で動作状態の移動が行えると，再構築の手間を省くことが可能となり，容易に処理を継続することが出来る．

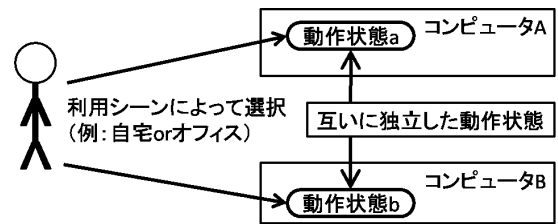


図 1: ユーザと複数のコンピュータの関係

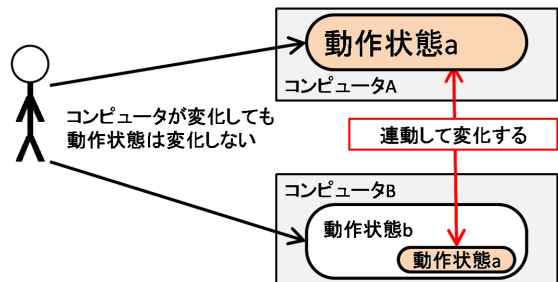


図 2: 遠隔操作による動作状態の共有

## 2 遠隔操作と携帯端末への要求

複数のコンピュータ間で動作状態を共有するための既存の手法として，VNC[1]などの遠隔操作手法がある．手元のコンピュータと別のコンピュータの入出力を共有させるこの手法は，複数のコンピュータ間で同一の動作状態にアクセスすることを可能にする．図 2 は，コンピュータ B からコンピュータ A を遠隔操作することで，AB どちらのコンピュータからでも同一の動作状態 a を操作できることを示している．

またコンピュータの小型化に伴い，スマートフォンなどの高性能な携帯端末の普及が進んでいる [2][3]．携帯端末の通信・計算能力が拡大したことにより，インスタントメッセンジャー等のインターネット上のアプリケーションを，場所や時間に束縛されることなく利用できるようになった．そして，製品によっては他のコンピュータを遠隔操作するアプリケーションが含まれているものもある．このようなアプリケーションによって，ユー

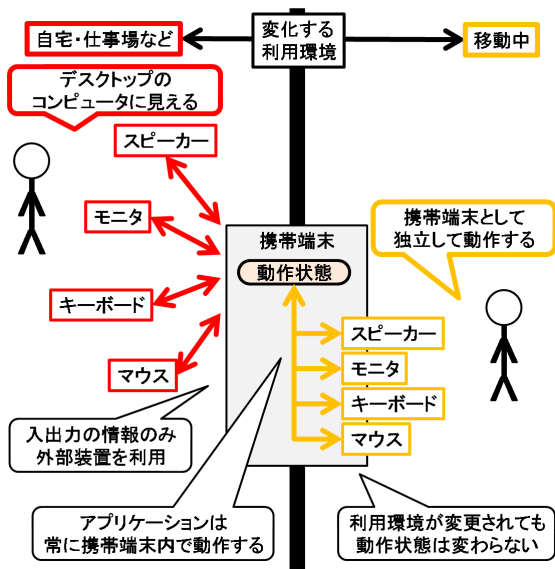


図 3: 携帯端末を中心とした動作状態の共有

は移動中でも別の場所にある共通の動作状態にアクセスできるようになった。

しかし、遠隔操作による動作状況の共有をするためには互いのコンピュータが常に通信できる必要がある。例として、携帯端末で移動中に自宅のコンピュータを遠隔操作する場合を考える。広域無線ネットワークにおいて移動している携帯端末の接続性を維持するのは難しく、地下鉄や建物の中での一時的な通信障害は現在でも発生する。したがって、接続性が失われたときには一切の操作が出来なくなる。

このような事態を避けるための、携帯端末への要求を以下に示す。

- 他のコンピュータと動作状態を共有する
- 携帯端末に内蔵された計算資源が共有した動作状態を完全に保持している

既存の遠隔操作モデルは、外部の入出力情報だけを携帯端末の計算資源に保持するので二番目の要求を満たさない。本研究では、この二つの要求を同時に満たすサービスの提案を行う。

### 3 アプローチと問題提起

2章で提示した要求を満たすために、携帯端末を中心とした動作状態の共有を提案する。具体的には、自宅などの移動しない環境では入出力が個々の装置に分かれているデスクトップコンピュータのように操作し、移動中は携帯端末に内蔵されている入出力を用いて操作する。どちらの場合も、アプリケーションは携帯端末の内部で動作するた

め、移動中の接続障害によって操作不能に陥ることではない。さらに、各入出力の通信を IP で行うことにより、多様なコンピュータへの接続を可能にする。図 3 に、本研究が提案するコンピュータの利用モデルを示す。

#### 3.1 問題提起

本研究が提案するコンピュータの利用モデルを実現するために取り組む必要のある問題を次に示す。

##### 3.1.1 直感的な接続操作インターフェイスの設計

ユーザは携帯端末と接続したい外部の入出力装置を選択する。具体例として、USB ケーブルによる接続の場合は携帯端末と外部入出力装置を直接繋げる。この操作は、ユーザにとって直感的であるといえる。ユーザが、それぞれの装置の設定を意識せずに行えるからである。

しかし、Bluetooth[4] 通信など無線通信の場合は識別子を指定する必要がある。ユーザは、接続する外部入出力装置について有線接続時以上の知識が要求される。例えば、接続するために製品名や固有名詞を知ることが必要である。

##### 3.2 共通の通信規格の上での入出力装置の抽象化

携帯端末の種類によって有線や無線の対応状況が異なるため、複数の種類の携帯端末と外部入出力装置を接続するためには、共通の通信プロトコルに抽象化する必要がある。特に必要な抽象化の一機能として、異なる出力装置がデータを再生する際のタイミングの同期などがある。

##### 3.3 入出力装置の認証と通信の暗号化

本研究では個人が所有している携帯端末と入出力装置間での通信を行うため、個人に関わる情報を発信する可能性がある。そこで、利用する入出力装置の使用権の有無を確認する等の対応が求められる。

また、本研究のモデルでは単独のコンピュータ内で完結するはずの入出力を、別コンピュータへ転送する。そのため、通信データを傍受・偽装されることは、セキュリティ面での脅威になる。そのようなリスクを低減するために、携帯端末と入出力装置の間の通信を暗号化する必要がある。

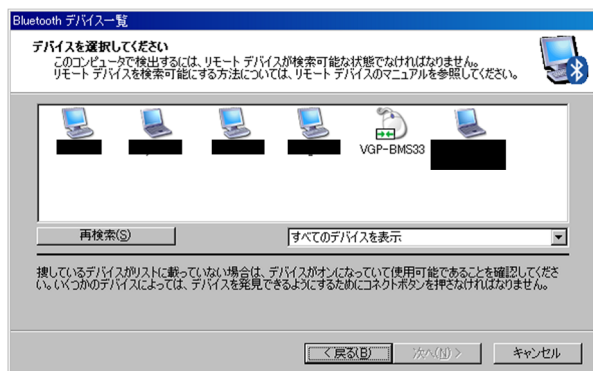


図 4: 物理的認識と結びつかない Bluetooth の接続設定インターフェイス

### 3.3.1 入出力転送サービスの省資源化

本研究で提示した利用モデルでは、コンピュータ環境が常に携帯端末を中心にして動く。ハードウェアの性能が成長し続けているとは言え、携帯端末の通信・計算機としての性能はデスクトップ・ラップトップコンピュータに劣っている。そのため、本研究が提供する入出力転送機能が携帯端末の通信・計算ハードウェア資源を大量に消費すると、ユーザが利用していたサービスの動作に悪影響を及ぼす可能性がある。そのような事態を回避するため、ハードウェアの特性を理解した動作制御をする必要がある。

## 4 関連技術

携帯端末と外部入出力装置間で通信を行いデスクトップコンピュータの様に振舞う手法として、次のような既存の技術がある。

### 4.1 有線通信によるハードウェア接続

miniUSB などのケーブルから、各種ハードウェアに接続する方式。安定した通信と直感的な接続操作という長所がある。しかし、利用するためにアダプタやケーブルを常に持ち歩く必要がある。

### 4.2 無線通信によるハードウェア接続

Bluetooth などの規格で、プロファイルの用意されたハードウェアと接続する。長所としては、ケーブル類を必要としないことである。しかし、ユーザが認識する物理的な入出力装置と通信に用いる情報が結び付けにくいという問題がある。図 4 は、Windows[6] の Bluetooth ハードウェア選択画面である。有線通信の場合はケーブルによって直感的に接続できるが、無線通信の場合は識別子

で判断する必要がある。

## 5 研究要素と修士での活動予定

3 章で提示した問題を解決するために必要な要素を提示する。次の中で下線の引かれた要素は、修士課程の在籍中に取り組む課題を示している。

- 通信プロトコルの設計
  - － 発見・接続
    - \* 接続操作インターフェイスの設計
    - \* 入出力装置のグループ化
      - ・ グループの自動生成
  - － 認証・暗号化
- 入出力装置の IP 抽象化
  - － 出力
    - \* 画面情報の転送
    - \* 音声情報の転送
    - \* 異なる出力装置間の時間的な同期
  - － 入力
    - \* キーボード
    - \* マウス
    - \* その他入力
- 省資源化
  - － CPU 負荷の軽減
  - － 電力消費量の低減
  - － 通信モジュール負荷の低減

### 5.1 通信プロトコルの選択

携帯端末と外部入出力装置間で通信するためには、共通の通信プロトコルを使用する必要がある。本研究では、汎用性に優れる IP 通信を用いる。

### 5.2 接続操作インターフェイスの設計

本研究では、ユーザが操作したい入出力装置を、携帯端末から選択する。この選択の時、入出力装置の IP アドレスやポート番号などの情報をユーザに対して隠蔽した操作手法やインターフェイスを提供する。具体的な案としては、多くの携帯端末に搭載されているカメラを用いて入出力装置を撮影し、実際の画像データと IP 通信に必要な識別子を蒸す偽つけるなどが考えられる。

### 5.3 入出力装置のグループ化

同時に利用することの多い複数の入出力装置をグループ化する。ユーザは、一つずつ入出力装置を指定するのではなくグループによって一括して指定できる。グループはユーザが手動で設定するほか、サービスの使用履歴やセンサネットワークから自動生成することも検討している。

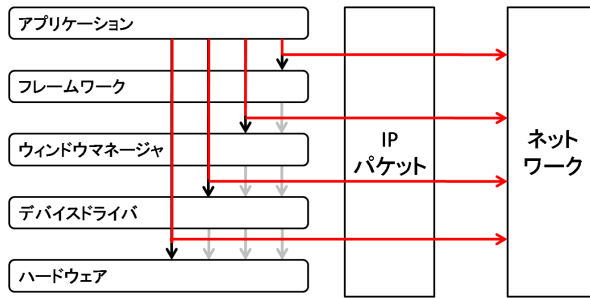


図 5: 画面情報を送信する際のレイヤ分割

## 5.4 認証・暗号化

携帯端末から利用しようとする外部の入出力装置に対して、携帯端末のユーザの使用権の有無を確認する機構を提供する。本研究のモデルでは、マンションなどの集合住宅や学校・企業などの小規模社会内での共有利用を想定している。そのため、場所や組織に関わりのある人を対象に使用権を発行することを考えている。また、発行された使用権は個人所有の携帯端末に保存される。

## 5.5 出力情報の IP 抽象化

携帯端末内のアプリケーションの状態や結果を外部の出力装置に転送する際の、IP 抽象化について述べる。

### 5.5.1 画面情報の転送

携帯端末の小さな画面を、外部の大きなモニタに拡大して表示する。このとき、画面情報全てを単純に拡大すると、文字や直線などの形が崩れてしまう。したがって、文字や直線のデータを高レベルの描画命令として送信する。特に、アプリケーションが生成する描画命令をいくつかのレイヤに分割して送信する。ここで言うレイヤとは、文字や矩形を描画する API やビットマップ状の画像データを扱うデバイスドライバなどである。図 5 は、小型端末内部での画面転送のイメージ図である。受信・表示側でフォントや頂点座標を乗算などすることで、形の崩れない拡大を実現する。図 6 は、画像データと高レベル描画命令の拡大画像の違いを示している。高レイヤ描画命令転送の実現のためには、画面の出力装置が接続されたコンピュータの中で、各携帯端末が採用している API の命令を変換する機構が必要である。

### 5.5.2 異なる出力装置間の時間的な同期

携帯端末から複数の出力装置が接続されている場合、それぞれの出力は独立したタイミングで実行される。画像や音声の時間がずれていると、

端末	形式	遅延①	遅延②	遅延①+②
A	画像	0.5sec	0.0sec	0.5sec
B	画像	0.3sec	0.2sec	
	音声	0.2sec	0.3sec	
C	音声	0.4sec	0.1sec	

表 1: 意図的な遅延の発生による時間的同期の例

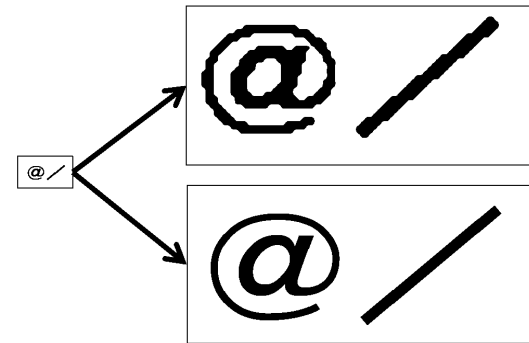


図 6: 文字データの扱い方による拡大時の違い

ユーザが使用しているときに違和感を感じる。したがって、それらの出力のタイミングを合わせる必要がある。それぞれの外部出力装置と携帯端末との通信・処理などの遅延を比較し、表示や再生を意図的に遅らせる事でタイミングを合わせる。具体的な手法としては、転送データにタイムスタンプを付加することで各出力への遅延を計測するなどが考えられる。表 1 に、画像や音声のずれを解消する例を示す。通信や処理によって発生する遅延①の値を収集して各コンピュータに通知し、意図的な遅延②を発生させる。

## 5.6 入力情報の IP 抽象化

画面と音声の情報にほとんどが集約される出力情報とは違い、入力情報の形式は多様に存在する。修士課程の在籍中は特にキーボードとマウスについて取り組む予定である。

## 5.7 省資源化

本研究が提供する入出力転送機能によってユーザが利用しているアプリケーションの処理を阻害しないために、携帯端末のハードウェア性能を理解した動作制御をする。次に具体例として CPU と電力、通信モジュールの資源削減を述べる。

### 5.7.1 CPU 負荷の軽減

画像データの圧縮処理などで CPU 資源を独占すると、ユーザが利用しているアプリケーションの動作に悪影響を及ぼす。CPU などの負荷の軽



減のためには、ハードウェアのアーキテクチャを深く理解した上でそれらを意識した開発をする必要がある。

### 5.7.2 電力消費量の低減

圧縮や通信等の動作に大量に電力を消費すると、携帯端末を連続して使用できる時間が短くなる。そのため入出力に変化が無いときの挙動を変更するなど、省電力化を考えた設計が必要である。

### 5.7.3 通信モジュール負荷の低減

出力情報をそのまま送信する場合、そのデータ量は膨大になる。したがって出力情報の2次配送や画像圧縮アルゴリズムによって、携帯端末の通信データ量を削減する必要がある。

## 6 これまでの活動

私は慶應義塾大学環境情報学部において、基礎的なコンピュータやネットワークの知識、プログラミングの技術を学んできた。また2年次から所属した徳田・村井研究室<sup>1</sup>の中では、情報分野についての専門性を深めるとともに、自身の研究アイデアの実践に勤めてきた。具体的な成果を次に述べる。

2年次後期からの1年間で、PlayStation Portable[5]上でのWindows遠隔操作アプリケーションを開発した。Windows上で使用中のアプリケーションを自動判別してPSPの各ボタンに使うキーを割り当てることで、PSPからWindowsの環境をスムーズに利用することを実現した。この開発を通して、基本的な遠隔操作サービスの機能要件と異なる入力装置情報の重要性について学んだ。

3年次後期にはLinux上にマルチモニタ環境を構築する仮想デバイスドライバを開発し、評価を行った。システムからは単一に見える画面領域を内部で複数に分割し、別々のコンピュータに送信することで、他のコンピュータのモニタを仮想的に使用できるようにした。本仮想デバイスドライバの開発と評価を通して、簡単なデバイスドライバの実装技術と画面転送サービスの性能要求について学んだ。

## 7 志望理由

私が現在所属している村井研究室には、All-IP ComputerというコンピュータをIPネットワーク上で実現するためのプロジェクトが存在する。All-IP ComputerプロジェクトではIPネットワーク上に配置された計算資源・入出力装置などを利用することで、利用シーンに合わせたコンピュータの構築を可能にしている。このプロジェクトに関わる方々からの指導は、本研究を進めるにあたって非常に有用である。さらに湘南藤沢キャンパスに在籍する学生は総じてコンピュータに対する関心が強く、本研究で扱う携帯端末などについての関心も高い。したがって本研究の成果物を配布するにあたり、フィードバックを身近で大量に得られることが期待される。このようなフィードバックは、研究の更なる発展に有意義である。以上のような人材的・環境的な要素から、私は政策・メディア研究科への進学を強く希望する。

## 参考文献

- [1] RealVNC Limited, “RealVNC - VNC”. <http://www.realvnc.com/> (2010/05/17 確認)
- [2] 総務省, “移動体通信(携帯電話・PHS)の年度別人口普及率と契約数の推移”. [http://www.soumu.go.jp/soutsu/tokai/tool/tokeisiryo/idoutai\\_nenbetu.html](http://www.soumu.go.jp/soutsu/tokai/tool/tokeisiryo/idoutai_nenbetu.html) (2010/05/17 確認)
- [3] ITU World Telecommunication/ICT Indicators Database, “THE WORLD IN 2009: ICT FACTS AND FIGURES”. [http://www.itu.int/net/TELECOM/World/2009/newsroom/pdf/stats\\_ict200910.pdf](http://www.itu.int/net/TELECOM/World/2009/newsroom/pdf/stats_ict200910.pdf) (2010/05/17 確認)
- [4] Bluetooth SIG, “Bluetooth”. <https://www.bluetooth.org/apps/content/> (2010/05/23 確認)
- [5] Sony Computer Entertainment, “PlayStation Portable”. <http://www.jp.playstation.com/psp/> (2010/05/23 確認)
- [6] Microsoft, “Windows”. <http://www.microsoft.com/japan/windows/> (2010/05/23 確認)

<sup>1</sup>徳田・村井・楠本・中村・高汐・重近・バンミーター・植原・三次・中澤・武田合同研究プロジェクト