

狭域空間での情報共有のため人とスマートデバイス間の協働 により一時的なグループを形成するシステムの開発

城ヶ崎寛^{†1} 森信一郎^{†2} 渡辺悠太^{†1} 中村嘉隆^{†1} 高橋修^{†1}

スマートデバイスの普及により、信頼のおける少人数のメンバーが一時的なグループ形成し情報共有する場面が増えてきている。こうした場面で一時的なグループの素早い形成が必要とされている。本稿では、グループのメンバー間の信頼関係を人の認知能力とスマートデバイスと協働して確認する。提案システムにより、直感的なインターフェースを利用してグループを形成するための認証手続き負担を軽減し迅速な情報共有のニーズに対応することが可能であることを確認したので報告する。

Development of System which forms temporary group by collaboration between human and smart device to share the information in small area meeting

HIROSHI JOGASAKI^{†1} SHINICHIRO MORI^{†2} YUTA WATANABE^{†1}
YOSHITAKA NAKAMURA^{†1} OSAMU TAKAHASHI^{†1}

Because of the increasing use of smart devices, such situation is becoming popular which should have temporary group with 4-10 persons who is trusted each other and share the information in small working area. In such cases, there is strong demand for quicker generation of temporary group for information sharing at small period of time. In this paper, by using assumption of trusted-persons group, we will use collaboration between human ability of understandings and smart device sensors to certify that trusted-persons network. With this methodology we could reduce the cost of the total system and certification load of person and also we could satisfy the needs of quick information sharing.

1. はじめに

図1のようにスマートデバイスを活用して、狭域空間（ここでの定義は一つのテーブルを囲み行われる10名以下の会議が実施される場所で、会議室とは限らない）で情報共有をする場面が増えている。航空会社では時間のないフライトの間にタブレット端末を用いてブリーフィングが行われ、医療機関では、即座に患者に対応しなければならない看護師が、タブレット端末を活用して申し送りを行っている。“申し送り”とは、「勤務の交替時に、患者の状態や実施した処置を伝達し、次の勤務の看護師が看護業務を確実に実施できるようにするための引継ぎ業務」である。



図1 狭域空間でスマートデバイスを活用した情報共有
Figure 1 Information sharing by using smart devices in small working area

こうした情報共有はこれまで口頭で実施され、手書きの

メモで各自の記録に残されてきた。業務効率化の観点からタブレットベースで情報共有することで、時間の短縮と情報共有の質の向上につながることを期待されている。情報共有するメンバーは、必要のある暫定メンバーであり形成されるグループは一時的なグループである。図2は人とスマートデバイスの負荷バランスを図示したものである。

情報にアクセス可能なメンバーを認識することは、人間にとっては即座に可能な処理であるが、この認識をシステム上のスマートデバイスに実現させるのは負荷が大きく、迅速な認識が難しい（図2のC点）。

本論文ではこの両者の協働を目指しており、人とスマートデバイスの協働により（図2のA点とC点の組み合わせ）迅速なグループ形成を実現している。以下では先にあげた医療機関のケースをとりあげる。

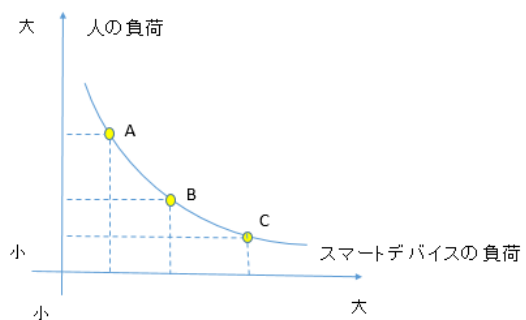


図2 人とスマートデバイスの負荷バランス
Figure 2 Load Balance between human and smart devices

^{†1} 公立はこだて未来大学
Future University Hakodate
^{†2} 株式会社富士通研究所
FUJITSU LABORATORIES LTD

ある病院における申し送り業務の分析結果例[1]によると、記録と引継ぎのいわゆる申し送り業務関連業務は、全体の仕事の50%を超えており、引継ぎ時間は、約40分前後で、メンバーは4名から6名という実態である。この業務が効率化されれば、業務担当者の負荷の軽減と時間の有効利用に貢献する[7]。申し送り業務においては、まず、交代勤務時間前後に同じ患者を担当する看護師によるグループが生成される。このグループは、患者の重要な情報を共有するため、患者担当者に限定して情報を共有する必要がある。当該システムで満たすべき要件は、図3で表されるように(1)迅速なグループ形成(2)適切なアクセス制御(3)人には負荷が小さいがスマートデバイスには負荷が大きい信頼関係判断業務の入力負荷を軽減する直感的なインターフェースである。



図3 満たすべき要件

Figure 3 Requirement for the system

これまでも、所属組織内のSNSシステム上でグループ化するなどの事前設定型のアクセス制御によるグループ形成の仕組みと、NFC認証や、バーコード認証などの迅速なログイン方式の組み合わせはあった[9]。迅速なグループ形成のためには、リアルタイムでのアクセス許可の仕組みが必要だが、適切なメンバーの迅速な認証がスマートデバイスでは難しい。事前に登録されたローテーション情報が100%の確率でメンバーと一致していれば、この情報とほかの迅速な認証方式の組み合わせにより、確実な情報共有が実現可能となる。ところが医療現場は、常に計画どおり業務の実施される現場ではない。システムは患者の様態の変化に応じてメンバーの変化が柔軟に行われる前提でなければならない。そこでこの部分を人間の認知能力と協働することで、(1)グループ内のメンバー間での信頼関係の認証を人の認知能力で代替することと、(2)入力をより直感的な画面インターフェースで提供することでシステムの負荷を軽減し、業務担当者の負荷を軽くすることを試みた。具体的には、各メンバー間の信頼関係を証明するために、申し送り業務に参加の人数をメンバー各自が入力し共有システムを利用できるシステムを開発した。表1で示されるように、提案システムでは、信頼認証により迅速なグループ形成を意図している。迅速な信頼認証のために直感的なインターフェースの提供が最重要課題である。

表1 従来のアクセス制御、認証方式と提案システム

Table 1 Access & Authentication methods as usual

	従来のアクセス制御	従来の認証方式		提案システム
使用技術	社内システム(SNS等)	ID/ パスワード	NFC認証 バーコード	信頼認証付共有システム
アクセス制御	事前設定・事後削除	—	—	リアルタイム設定・削除
ログインの迅速性	—	△	○	必要なし

2. 関連研究

直感的インターフェースデザインの設計論に関しては、図5で示されるようなD.A. ノーマンの提唱する「行為の7段階理論」をもとに石川らが提案している基本的枠組みが存在する[5]。心理学的なアプローチで行為の流れを分析し、使いやすいインターフェースや直感的インターフェースの特性や要件について考察されている。

2.1 行為の7段階モデル

一般論としての人とコンピュータとの相互作用(インターフェース)に関しては、認知科学者のドナルド.A. ノーマンが、1986年に行為の7段階モデルを提唱している[4]。

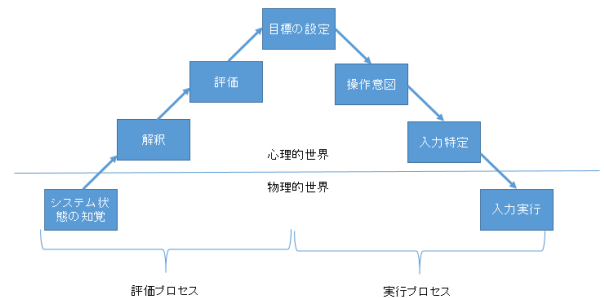


図4 ノーマンの7段階認知モデル

Figure 4 seven stages of action by D.A.Norman

1. システム状態の知覚
2. 解釈
3. 評価
4. 目標の設定
5. 操作意図
6. 入力特定
7. 入力実行

このなかで 評価の淵(知覚→解釈→評価)と実行の淵(意図→入力選択→入力実行)の存在を明らかにしている。

そして、淵を乗り越える際にユーザが困難を覚えたり、あるいは操作に失敗したりすると指摘している。

直感的インターフェースがこの淵を乗り越えさせる。

2.2 検討対象のユースケースと前提条件

本研究の対象とするシステムでは、最大10名の面識のあるメンバーの中で、グループを形成するメンバーは3-8名であり、病院内システムにはすでに登録済みであることを前提としている。申し送り業務の全体の流れとしては、「集合→報告→終了」であるがその中でも集合→グループ形成のプロセスが重要である。グループ形成するメンバー

の使用する情報共有システムはグループ形成する時点で利用者のみのアクセスを受け付けるため、アクセス制御の考慮が必要なくなる。

本システムで取り扱う画面インターフェースの流れはノーマンの認知モデルを使った説明では、以下のようになる。

1. システム状態の知覚 (アプリ開始画面の知覚)
2. 解釈 (アプリ画面の目的の認識)
3. 評価 (アプリ画面の目的に合致する解答の想起)
4. 目標の設定 (操作実施後イメージの想起)
5. 操作意図 (操作イメージの想起)
6. 入力特定 (信頼関係を示す情報の入力方法の想起)
7. 入力実行 (信頼関係を示す情報入力)

信頼関係の認識において、顔を見て業務担当者の名前を認識し、入力する確認方法が考えられる。このことにより、メンバー相互の信頼関係が担保できる。

ただし、顔を見て名前を想起するまでの時間がかかり、評価プロセスにおける心理的世界の評価 (アプリ画面の目的に合致する解答の想起) の負荷がかかる。また名前が判明した後もスマートデバイスにて名前を入力する際に、ソフトウェアからの入力であり直感的でないために実行プロセスにおける心理的世界の入力特定 (信頼関係を示す情報の入力方法の想起) に負荷がかかるという課題がある。

3. 提案方式

提案方式は、狭域空間での情報共有のためにスマートデバイスを持ちいる場面を想定している。狭域空間で集合し、画面共有・表示・書き込み機能を通じて報告業務につながり、終了するという一連の業務プロセスをカバーしている。機能としては、以下の機能を実装している。

- (1) グループ形成・管理機能
- (2) 報告業務 (画面共有・表示、書き込み) 機能

図6が示しているのは、(1)の機能のすべてと(2)の機能の起動部分までの概要である。

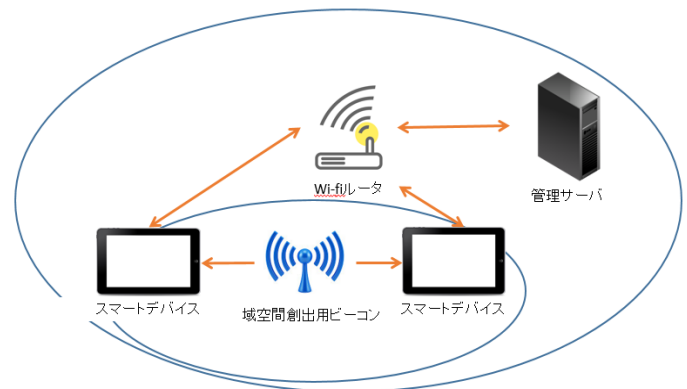
グループ形成のために、狭域空間には、BLE (Bluetooth Low Energy) ビーコンが設置されている。ビーコンのおかれている場所から数十メートル圏内に入るとスマートデバイスに組み込まれているアプリケーションが反応する。アプリケーション側で待機しているビーコン検知モジュールがビーコンを検知しサーバに狭域空間への立ち入りを通知する。サーバより PUSH されて、会議への参加意思を問う画面が表示される。スマートデバイス側で参加意思のあることを送信するとサーバ上の情報共有システム用認証画面が表示される。

メンバー間の相互認証を容易に判別する手段としてグループ形成するメンバー数を入力するという行為を用いることとする。前提条件であるお互いに面識のある適切な

メンバーが相互に信頼関係を認知していれば、個々のメンバーの参加資格を問わなくとも参加可能なはずである。具体的には、以下の行為で認証する

- (1) 直感的な入力方式 (タップ入力等) で人数をカウントする
- (2) 各端末が送信した人数とサーバが管理する人数を比較する。

この方法を持ちいると、登録申請・承認過程という事前のグループ形成が不必要となる。入力は他の方式 (名前を入力する方式) よりも直感的で行為の7段階でいうところの評価・実行プロセスの速度が高速であるため、迅速なグループ形成を可能としている。なお、実証実験で提案システムを実装しており、詳細構成が本論文4.2 実証実験構成で説明されている。



1. 狭域空間に立ち入る
2. 会議に参加するかどうか聞かれる
3. 会議参加の意思を伝える
4. メンバーの人数を聞かれる
5. メンバーの人数を伝える
6. 情報共有アプリケーションが起動する

図5 システム概要

Figure 5 Overview of the system

4. 実証評価

提案システムの有効性を実証するため、2つの実証実験を実施した。実験内容は以下の通りである。実際に作成した申し送り業務の全体の流れとしては、「集合→報告→終了」であるが、本論文の対象プロセスは「集合→グループ形成」に限定している。

4.1 実験内容

実験1は、従来方式での評価プロセスで時間がかかるかを測定し直感的インターフェースとの比較をすることを目的としている。信頼関係を認識する方法として、顔を見てメンバーの名前を認識し、タブレット端末に入力する確認方法を採用した。タブレット端末にメンバー表示用アプリケーションを作成し、顔を見て名前を想起するまでの時間を計測する実験を実施した。実際には氏名入力を実施する実行プロセスを完結して初めてシステム的な認証となるが、評価プロセスだけでも時間がかかることが予想され

ため、今回の実験では氏名スマートデバイスでの入力部分は割愛している。結果的に評価プロセスの数値化となっている。被験者数と試験回数は 8 名, 7 回である。



図 6 実験 1 の実験実施状況
Figure 6 Photo for the Experimental 1

実験 2 として、直感的なインターフェース 3 種類である、フォーム入力、ピッカ入力、タップ入力による入力時間を計測する実験を実施した。端末は自作評価ツールを導入した Android タブレット端末を使用した。被験者数と試験回数は 12 名, 10 回で 120 回である。担当者の評価プロセスおよび実行プロセスでかかる時間を、画面が表示されてから入力終了するまでの計測によって数値化した。

(1) フォーム入力方式

最初は図 7 のようなフォームに数字を直接入力する方式である。



図 7 入力画面 (フォーム入力)
Figure 7 Input method of "Filling in Forms"

(2) ピッカ入力方式

次は図 8 のようなピッカ (Picker) で選択する図 9 のような方式である。

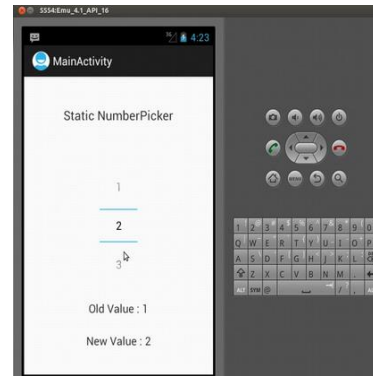


図 8 ピッカ
Figure 8 Picker



図 9 入力画面 (ピッカ入力)
Figure 9 Input method of Picker

(3) タップ入力方式

最後はタップして入力する図 10 の方式である。



図 10 入力画面 (タップ入力) 評価実験
Figure 10 Input method of "Tapping"

4.2 実証実験構成

実証実験は提案システムを実装したものである。実験のシステム構成図は、図 12 の通りで、狭域空間を創出するために Bluetooth Low Energy デバイスを設置し、スマートデバイスとしては Android タブレット端末を使用した。室内 HUB に 1000BASET で 802.11n の無線 LAN 基地局に接続している。P C サーバは 1000BASET で同じ HUB に接続している。

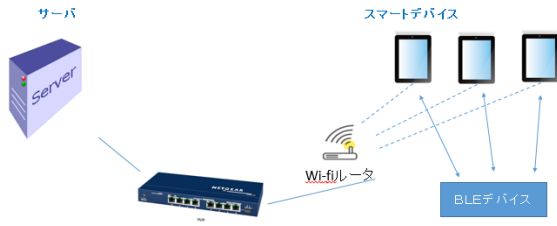


図 11 システム構成図
Figure 11 System configuration

また論理構成としては、図 12 のように 3 つのモジュールで構成され、図 13 のシーケンスで処理されている。

(1) まず、ビーコン検出モジュールは、スマートデバイス端末上のアプリケーションでメンバーの狭域空間内への立ち入りを検知し、サーバに入室を知らせる。

(2) サーバは直ちに会議参加意思を問うメッセージを端末に送出し、会議参加モジュールで会議への参加意思を知らせる。

(3) 参加意思のあるメンバーに対し、サーバが人数確認メッセージを送出し、それに対してスマートデバイス側で回答する。

サーバ側では、会議内容 DB にある確定人数とメンバーからの申告数字を照らし合わせ、合致すれば情報共有アプリケーションを起動する。

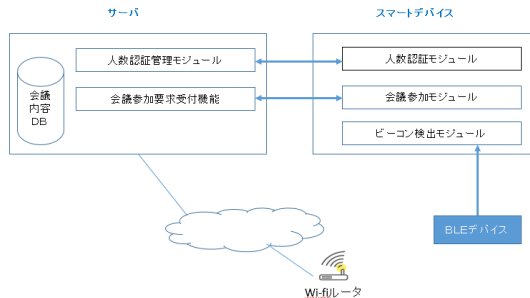


図 12 論理構成図
Figure 12 Logical configuration diagram

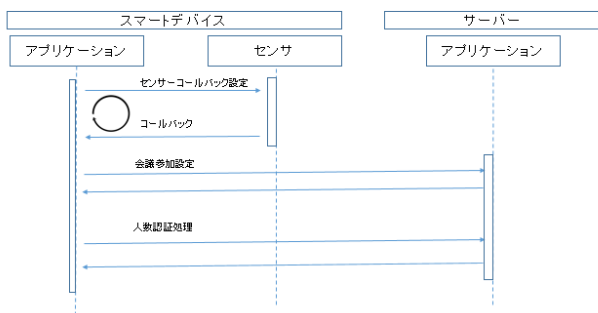


図 13 処理フロー
Figure 13 Process Flow

4.3 評価条件

今回の評価としては、以下の方法で実施した。

- (1) 実験 1
 - 認知時間の計測
 - 自作の評価ツールを用いて測定
- (2) 実験 2
 - 認知時間および操作時間の合算値
 - 自作の評価ツールを用いて測定

4.4 評価結果

実験 1 は、信頼関係を認識する方法として、顔を見てメンバーの名前を認識し、タブレット端末に入力する確認方法と目の前にいる人数を、数えながら入力していく方式とを比較することが目的である。自分以外のメンバーの名前を想起するために要する時間（入力する前までに要する時間）は図 14 のように、平均 19 秒程度の時間を要することが判明した。図 15 のフォームでの入力時間 9,000msec の倍の時間を入力前の部分で必要としている。認証は最も時間のかかるメンバーが認識終了するまで時間がかかる。それを考えると、実験 1 の場合 28,000msec の時間がかかっている。この時間は心理的世界の評価プロセスにおける時間であり、実行プロセスの時間は含まれていない。このことから、顔を見てメンバーの名前を認識し、タブレット端末に入力するような直感的でないインターフェースでは評価プロセスにおいて業務担当者の心理的世界の負荷が大きいたことが判明した。

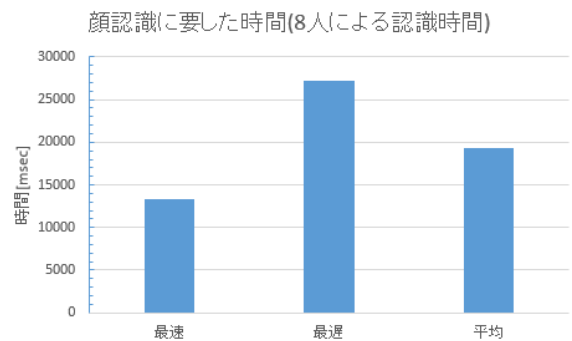


図 14 顔認識に要した時間(8名の会議)

Figure 14 Measured Time for recognizing the name of 8 persons

実験 2 で、信頼関係を証明する方式として、その場にいる人数を判断材料とすることにした。質問に対して直感的な入力インターフェース 3 種類(フォーム入力, ピック入力, タップ入力) で回答をもとめ、入力画面表示時から、人数解答までの時間を計測した。この結果図 15 のようにもっとも時間のかかるフォーム入力でも平均約 9,000msec の時間で入力が終了することが判明した。この時間は、実験 1 の 8 名の顔認識平均時間 19,000msec の約 1/2 である。このことから、直感的なインターフェースによる入力により

迅速なグループ形成が実現されていることがわかる。

なお、もっとも時間のかからないタップ入力の場合、約 5,300msec であり、フォーム入力よりもさらに半分の時間で入力が終了している。フォームおよびピッカの場合と異なり、タップ入力では、人の数を数える行為とタップ入力する行為が同期している可能性が高い。このため入力速度が他方式よりも格段に速い。

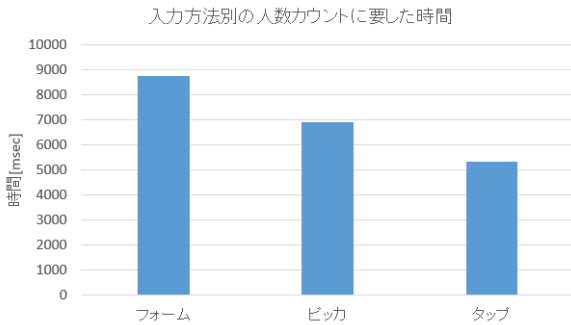


図 15 入力方法別の操作に要した時間 (平均時間)

Figure 15 Measured time for inputting numbers on each method (Average Time)

なお、図 16 のように実験回数を重ねると人数カウントに要した時間が、フォーム入力・ピッカ入力ではかなり短縮される傾向があることが判明した。これは、被験者が学習効果により、物理的世界から心理的世界に移行する時間が減少した結果と推測される。逆にタップ入力には学習効果が表れない。これはタップ方式が心理的世界を必要とせず、すでに最初の段階から最適化されている可能性が高い。

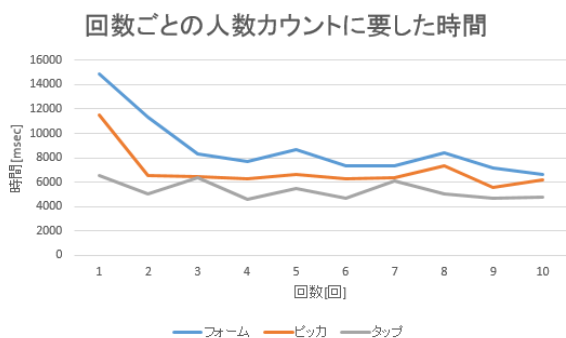


図 16 回数ごとの人数カウントに要した時間

Figure 16 Measured time for inputting numbers on each method at every time

4.5 考察

広川らにより、直感的インターフェースデザイン的设计論の基本的枠組みが提案されている [5]。ただし具体的な設計法までは記述されていない。この枠組みを参考にしながら、今回のインターフェースを評価していくと次のように考察できる。

氏名入力の場合は、図 17 のようにスマートデバイス上

で表示されたイメージから心理的世界での「意味の解釈」と「入力特定」の段階が、論理的な意味処理を必要としている。入力実行までに、メンバー各位の名前を想起する必要があるため、評価プロセスにおいて心理的世界での、想起のための時間がかかると思われる。また氏名入力に際しては、スマートデバイスではソフトキーボードによる文字入力と、かな漢字変換が要求されるため、実行プロセスでも心理的世界での入力を特定する時間と物理的世界の入力負荷のための時間が必要となる。

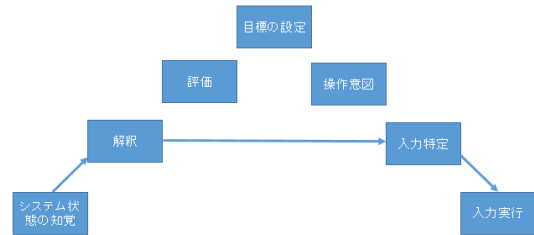


図 17 氏名入力の行動イメージ

Figure 17 Image of actions in case of name input method

実験 2 のフォーム入力とピッカ入力の場合は、図 18 のように入力する項目が人数であるために、評価プロセスにおいて、人の顔と名前の記憶を想起するのに時間がかからない。しかし実行プロセスでソフトキーボードやピッカなどの入力を特定し、組み立てる必要があるために心理的世界の認知および物理的世界の入力負荷がかかると思われる。

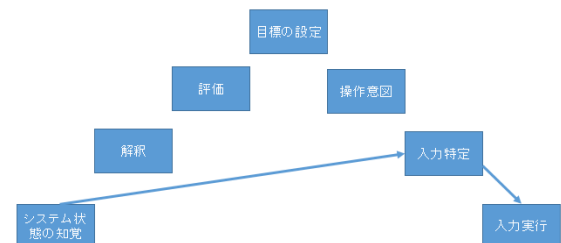


図 18 フォーム入力、ピッカ入力の行動イメージ

Figure 18 Image of actions in case of form input method

タップ入力の場合、図 19 のように評価プロセスにおいて意味を解釈する必要がなく実行プロセスにおいては、入力を特定したり組立したりする必要がないと思われる。このため、心理的世界に移行することなく物理的世界のみで行為が完結している。これが真の意味での直感的インターフェースといえる。

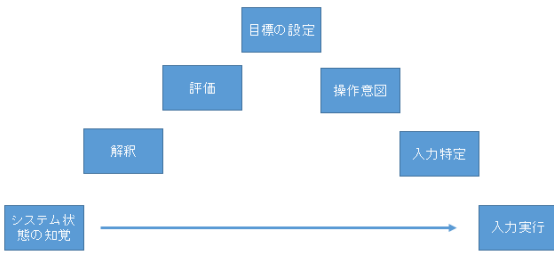


図 19 タップ入力の行動イメージ

Figure 19 Image of actions in case of tapping input method

5. まとめ

図 21 で表されるように、狭域空間での情報共有のためにスマートデバイスを持ちいる際、お互いに面識のある信頼のおける少人数のメンバーが一時的にグループを形成する場面では、迅速なグループ形成の実現が課題であった。提案システムでは信頼関係入力のために人数を入力するという直感的インターフェースをもちいた。メンバー間の信頼関係の認識という高度な認識能力を持つがときどき（場合によっては恣意的に）間違う人と、高度な認識能力を持つのが難しいが迅速に間違わないセンサ能力を持つスマートデバイス間の協働により、迅速に一時的なグループを形成できることを実証した。直感的なインターフェースにより、業務担当者の評価・実行プロセスにおける心理的世界の認知負荷および物理的世界の入力負荷が軽く、迅速にグループを形成することが確認できた。人数認証に連動する情報共有システムの実現により適切なアクセス制御も確保されている。

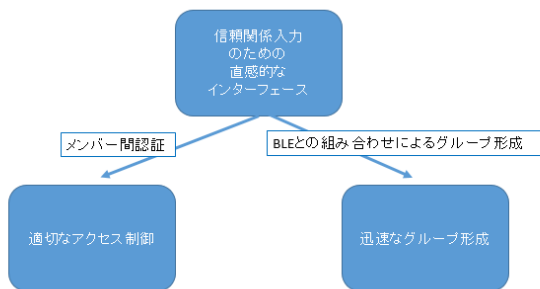


図 21 課題に対する対応策連携

Figure 21 Solutions to solve the problem

今後は、実際の社会活動の中で、お互いに面識のある信頼のおける少人数のメンバーが一時的にグループ形成をし、情報共有する実際のニーズの高まりをとらえ、実システム構築の提案を実施していく予定である。

参考文献

1) 西澤尊子, 藤沢充子, 池田てるみ, 百瀬領子, 山口澄子, 池野

位子 “看護記録と引継ぎの検討” 信州大学医学部付属病院看護研究集録, p266-270

2) 加藤 隆 “認知インターフェース “ オーム社出版局 情報処理学会編集 (平成 14 年出版)

3) Norman,D.A. “Cognitive articles”,In J.M. Carroll (Eds.), Designing interaction: Psychology at the human-computer interface,Cambridge University Press (1991)

4) Norman,D.A. “Cognitive engineering”,In D.A.Norman and S.W.Draper (Eds.), User centered system design : New perspectives on human-computer interaction, Lawrence Erlbaum Associates (1986)

5) 広川美津雄, 井上勝雄, 岩城達也, 加島智子 “直感的インターフェースデザインの設計論の基本的枠組み” 日本デザイン学会 2014/07/04

6) 佐伯胖 “機械と人間の情報処理—認知工学序説” 竹内啓編, 意味と情報, 東京大学出版 (1988)

7) 福田賢一郎, 濱崎 雅弘, 福原 知宏, 藤井亮嗣, 堀田美晴, 西村 拓一“介護施設における申し送り支援システムの実運用と利用状況分析について”, 情報処理学会研究報告 Vol2014-ICS-176 No.9 2014/7/23

8) 矢里貴之, 堀謙太, 小笠原映子, 大星直樹, “在宅看護におけるケア情報共有システムの構築”, 情報処理学会研究報告 Vol2014-SPT-9 No 13 2014/5/16

9) 今井寿太郎,岡野健介 “スマートデバイスの活用を支えるモバイルプラットフォーム技術” FUJITSU 66,1 p18-p24 (01 2015)