

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

## 主 論 文 の 要 旨

論文題目 モバイル情報端末のヒューマンインタフェース  
に関する評価と応用システムの開発

氏 名 長谷川 聡

## 論 文 内 容 の 要 旨

近年、携帯電話をはじめとするモバイル情報端末の進歩と普及がめざましい。特に、携帯電話は、音声通話だけでなく、文字メール・Web アクセス・デジタルカメラなどの機能を備え、いつでもどこでも情報入手できるユビキタス端末として広く普及し、様々な分野での応用が進められている。

本研究では、携帯電話を、一般に広く普及したモバイル情報端末にとらえ、特に、文字メールや画像メールを授受する機能に着目した。また、本研究では、若年の健常者だけでなく視機能の衰えた高齢者や障害者や日本語の分からない外国人も想定ユーザに含めるユニバーサルデザイン（Universal Design: UD）の観点から、携帯電話のヒューマンインタフェースに関する人間工学的評価および応用システムの開発を行った。

本研究の目的は、（１）携帯電話の液晶画面（Liquid Crystal Display: LCD）について、従来法にはない画像文字を用いる方法によって詳細な人間工学的評価を行い、携帯電話のLCDの表示特性（輝度・コントラスト比など）および表示文字（文字サイズ・字形など）と、多様な年齢・視機能をもつユーザのパフォーマンスとの関係を明らかにすること、（２）画像文字や画像メールの応用システムを提案し、画像表示機能を用いたモバイル情報端末としての携帯電話の可能性を示すこと、にある。

本論文の主要部は、（１）携帯電話のLCD上の文字の視認性評価[論文第2章]、および（２）携帯電話の画像文字や画像メール機能を使った応用システムに関する研究[同第3章・第4章]から成る。（１）では、携帯電話で文字を表示して使用する場合について、文字の視認性およびユーザのパフォーマンスの人間工学的な評価に画像文字を用いる方法を提案し、実際に実験により携帯電話のLCD上に表示した文字の視認性（Legibility）と可読性（Readability）を評価した。（１）は、（1a）無意味文からの文字検出課題による視認性評価[第2章第2節]、（1b）文章読み上げによる可読性評価—年齢および視機能の影響[第2章第3節]、（1c）文章読み上げによる可読性評価—字体・字形の影響[第2章第4節]、の3つの実験から成る。また、（２）では、（2a）画像文字メールによる多言語災害情報の携帯電話への配信[第3章]、および（2b）カメラ付き携帯電話による栄養管理システム[第4章]、を提案し、その実現性を検証した。

上記の (1) (1a) (1b) (1c), (2) (2a) (2b) の研究について各々以下に記す。

### (1) 携帯電話の LCD 上の文字の視認性と可読性の評価

パソコンなどの情報端末では、ディスプレイ (Visual Display Terminal: VDT) の表示性能に対する要求事項 (例えば, JIS Z 8513 (1994), ISO 9142-3 (1992)) が、多くの研究の成果をもとに定められてきた。しかし、携帯電話の LCD の性能や表示文字の大きさなどは、未だ十分に研究されておらず、明確な基準がないのが現状である。さらに、高齢者などにも配慮する UD をめざす上では、人間工学的な研究が不可欠である。

本研究では、携帯電話の LCD の文字の視認性評価実験として、まず、PNG 形式による画像文字が携帯電話の内蔵フォントと同等の視認性をもつことを示したあと、(1a) (1b) (1c) の 3 つの大規模実験について、方法および結果と考察を示した。いずれも、画像文字を用いることで、通常の携帯電話では表示できない文字サイズ・字体・字形・コントラスト比などについて、実際に携帯電話の LCD 上に様々な条件の文字を表示して、詳細な評価を行った点を特徴としている。

#### (1a) 無意味文からの文字検出課題による視認性評価

本評価法は、ディスプレイの性能評価法の規定 JIS Z 8513 追補 1 (2006) をもとに、携帯電話の LCD 上での文字の視認性評価用に改変したものである。被験者 (19 歳から 76 歳,  $39.9 \pm 17.6$  歳,  $n=78$ ) は、自由な姿勢で椅子に座り携帯電話を手に持って 1 画面内に表示されている無意味文から指定の文字を探す。探索にかかった時間と文字カウント数および視距離 (目から画面までの距離) を測定し、主観評価を尋ねた (図 1)。

呈示した画像文字には、3 通りの文字サイズ、L: 大, M: 中, S: 小, と 4 通りのコントラスト比、W: ネガティブ表示 (黒地に白文字)、X: ポジティブ表示 (白地に黒文字)、Y: 白地に灰文字、Z: 灰地に黒文字、の組み合わせによる 12 通りの要因がある。被験者 (19 ~ 76 歳,  $39.9 \pm 17.6$  歳,  $n=78$ ) の測定データを統計的に解析した結果、読みやすさの主観評価、視距離、探索速度、誤り率 (被験者がカウントしたターゲット文字数の呈示文中の真のターゲット数との差の全文字数に対する率)、有効探索速度 (誤りなくカウントした場合の探索速度のみを集計したもの)、のいずれも、文字サイズに有意差  $L > M > S$  (不等号は視認性の良し悪しを表す) が見られた。また、コントラスト比には、主観評価で  $W \cdot X > Y > Z$  に有意な差が見られ ( $W > X$  であるがこの差は有意でない)、誤り率では、 $X > W$  (不等号は視認性の良し悪しを表す。即ち、W の誤り率が X のそれより有意に大きい) であった。探索速度でも、有意でないものの  $X > W$  の傾向を示しており、客観指標によるネガティブとポジティブの比較結果は CRT

(Cathode Ray Tube) などの場合の従来知見と一致する。

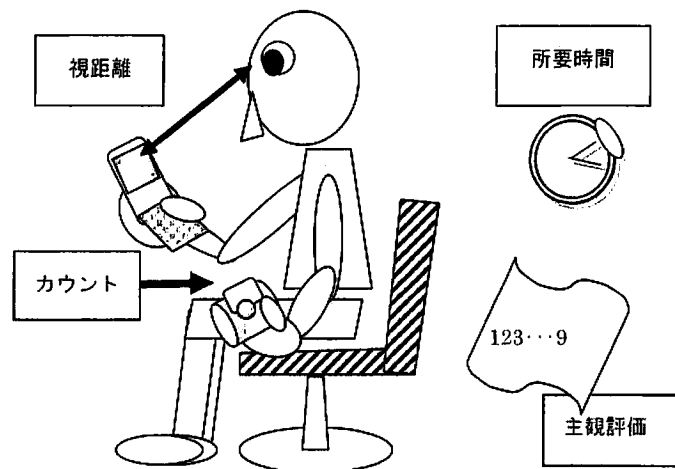


図 1 視認性評価実験

### (1b) 文章読み上げによる可読性評価—年齢および視機能の影響

実際の文章の場合の可読性を評価するため、意味のある日本語の文章を携帯電話の LCD 上に呈示して被験者に音読させ、読み上げ時間・視距離・誤読回数・主観評価を記録した。呈示した文字は大・中・小の3通りである。被験者は20~79歳 ( $46.3 \pm 17.9$  歳)  $n=88$  (若年層: 20~39歳  $n=41$ , 中年層: 40~59歳  $n=14$ , 高齢層: 60~79歳  $n=33$ ) である。被験者の視機能について、水晶体白濁度 (Cataract Cloudiness: CC) および30cm 近見視力 (Near Vision Acuity: NVA) を測定し、読み上げ速度 (Reading Speed: RS)・誤読率 (Error Rate: ER)・視距離 (Viewing Distance: VD)・主観評価 (Subjective Evaluation: SE) を指標として比較した。

結果は、被験者の年齢によらず、文字サイズが小さいほど視認性が有意に低下することを示した。ただし、若年層では文字が小さくなると VD を短縮して視認性確保を図っているのに対し、高齢者では VD の延長が見られ、小さい文字が著しく読みにくいといえる。また、CC・NVAとも年齢と同様に RS と ER に影響しており、視認性に直接影響する重要な要素であるが、視機能 (CC・NVA) との RS や VD の相関は、CC・NVAとも、年齢との相関の強さに及ばず、加齢効果には CC や NVA 以外の要素もあることが示唆された。

### (1c) 文章読み上げによる可読性評価—字体・字形の影響

同様の読み上げ実験を、字体 (明朝体かゴシック体か) と字形 (縦の長さを1~4倍) を変えた日本語の文章で実施した。実験は2回に分けて行われ、被験者は20~78歳 ( $44.7 \pm 18.5$  歳)  $n=98$ , および18~77歳 ( $46.9 \pm 18.6$  歳)  $n=120$  であった。

実験の結果、明朝よりゴシックの方が読みやすく、縦に拡大することによって視認性向上が期待できることがわかった (ゴシック体の場合、およそ縦2倍程度まで)。一般に、可読性確保のために文字を大きくすると1行に表示できる文字数が減って、かえって可読性低下の要因となりかねない懸念があるが、文字の横幅を変えずに縦の長さだけ2倍程度拡大すれば視認性の向上が期待できる。

## (2) 携帯電話の画像文字メールや画像メール機能を使った応用システム

以下のように、画像文字や画像メールを使った応用システムを提案または開発した。

### (2a) 多言語災害情報の携帯電話への配信

在日外国人向けの多言語災害情報について、画像文字を使って携帯電話に配信するシステム (図2) を提案し、多言語での視認性評価を行って実現性を検証した。災害情報は迅速かつ正確に翻訳されねばならず、災害に関する日本独自の基準や表現を直訳するのではなく、各国の事情に合わせた説明的翻訳が必要な場合もあるため、災害時に必要な文章をあらかじめ多言語で用意しておくテンプレート翻訳が適している。本研究では、多言語防災情報研究開発コンソーシアム (宮尾・岡本ら) による多言語防災情報テンプレート翻訳システム (2005年 Web 公開) を利用した。翻訳システムによって生成された多言語災害情報を、3~4通りの文字サイズの画像文字として携帯電話の LCD に表示し、各国語を母語とする被験者、英語 ( $31.0 \pm 6.0$  歳,  $n=23$ ), 韓国語 ( $31.8 \pm 5.3$  歳,  $n=19$ ), 中国語 ( $27.6 \pm 4.1$  歳,  $n=10$ ) による読み上げ実験を行った。分かち書きの有無や字形による視認性の違いがあるが、評価パラメータは日本語と同様の傾向を有し、適切な画像文字によって多言語での情報伝達が可能であることを示した。

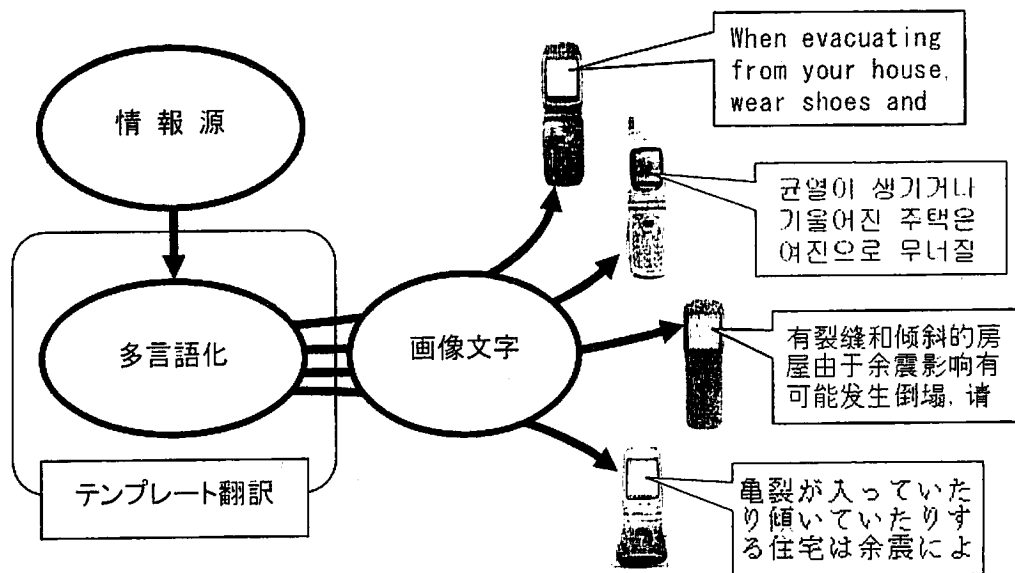


図2 携帯電話向け多言語災害情報システムの概念

### (2b) カメラ付き携帯電話による栄養管理システム

摂食する食事を携帯電話で撮影してメールで送信すればいつでもどこでも食事管理ができるシステムを開発した。食事画像は専用システムで管理され、管理栄養士などの専門家が画像から食事内容を判断して適切なレポートを作成できる。本システムは、献立DB、食品成分DBを有し、栄養素集計・レポート作成支援機能を実現している。本研究では、さらに、食事画像から御飯の量を自動推定する機能を開発し、携帯電話で撮影した御飯画像で自動推定し、管理栄養士や学生が画像を見て推定した結果と比較した。自動推定は、適応できる画像が特定の有色食器に盛られた白い御飯に限定されるものの高い推定制度を実現できることを実証した。同時に、システムの食育や栄養士養成教育への応用の可能性も示した。

以上の研究により、携帯電話のLCD上の文字の視認性に関して、文字サイズやコントラスト比を自由に変えられる画像文字による評価方法を提案し、若年者は視距離を調節しながら利用するというユーザ特性が明らかになった。また、高齢者を含む多様な視機能をもつユーザには、視機能低下による影響があり、特に文字の大きさや表示輝度・コントラスト比に配慮が必要であることを示した。携帯電話のLCDはサイズが限られているが、同じ文字サイズでも明朝体よりゴシックにする、同じ文字幅でも2倍程度を限度に縦に拡大する方法によって視認性向上が期待できることも示した。あわせて、画像文字による多言語防災情報の携帯電話への配信や食事画像の送信による栄養管理システムへの応用の可能性を示した。

携帯電話をはじめとするモバイル情報端末を使ったシステムは、医療・教育・ビジネスなど今後も応用範囲を広げていくと予想される。本研究の成果を踏まえ、さらに今後も詳細なヒューマンインタフェース評価を進めることで、モバイル情報端末におけるUDが実現できると期待される。