

図 1. 新システムブロック図

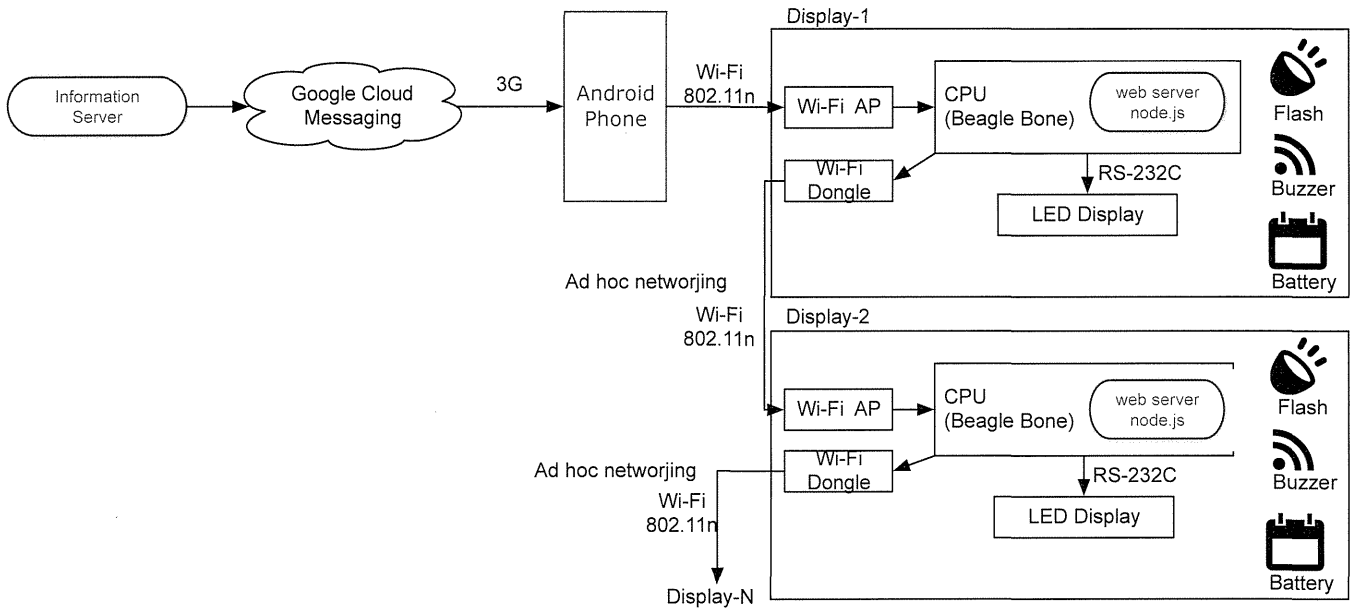


表. 従来のシステムと新システムとの比較

	Previous System	New System
OS	Linux	Linux
APP	Native	Java Script
Display	LED 2 color	LED 3 color
WAN	SMS	IP (Google Cloud Messaging)
Local communication	Bluetooth	Wi-Fi

図 2. 従来のシステム (Type 1) と新システム (Type 2) のソフトウェア構成

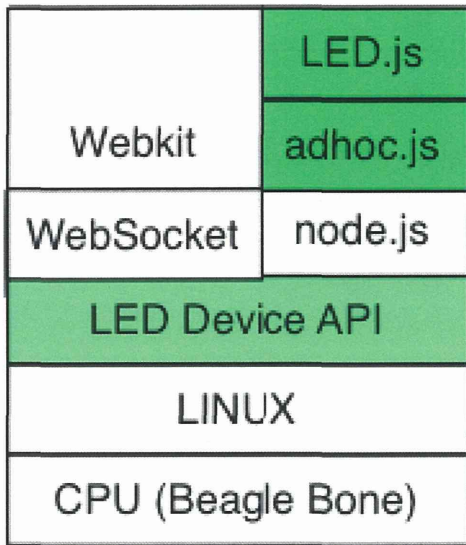
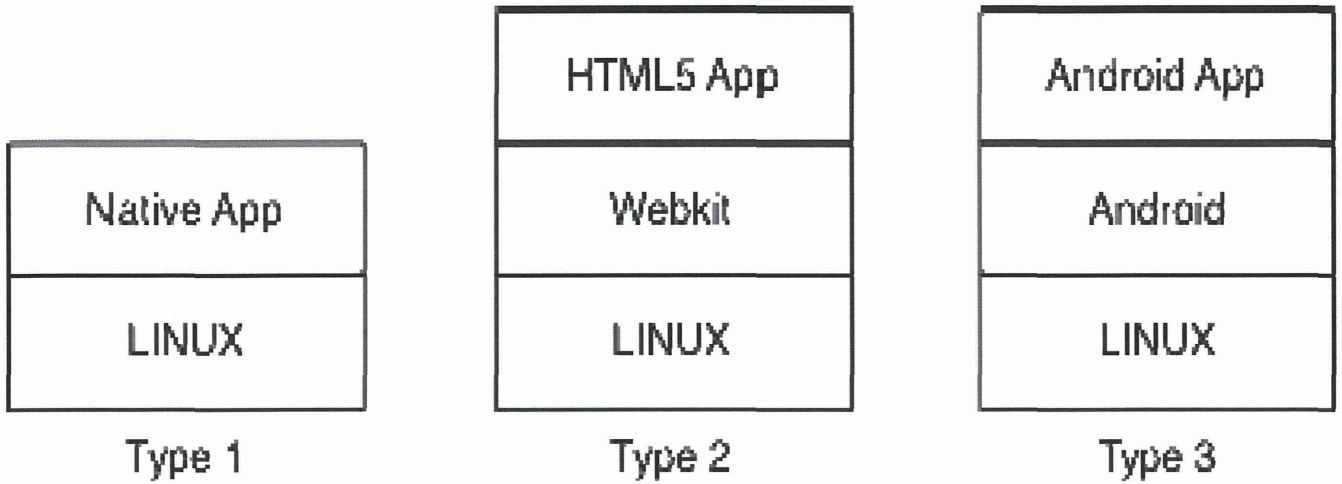


図3. 従来のシステム (SMS) と新システム(Trial 1-4)の伝達速度比較

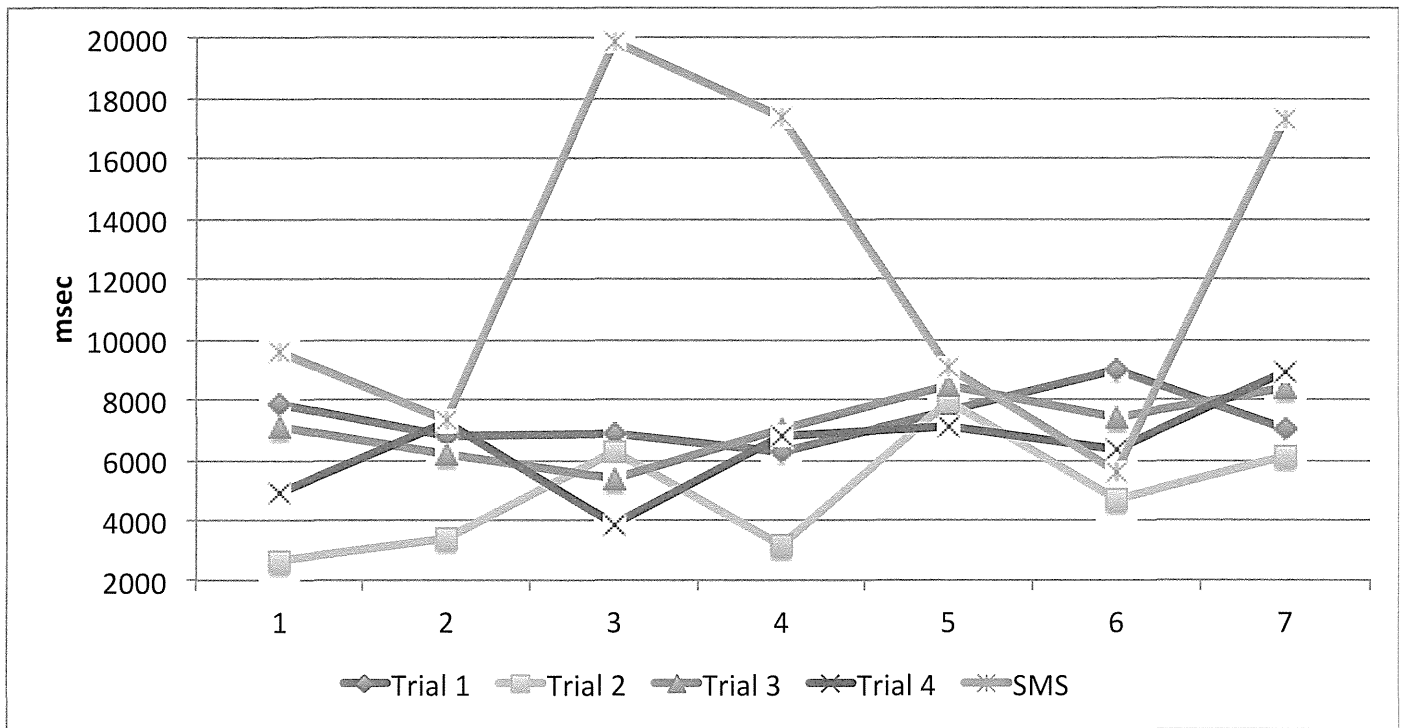
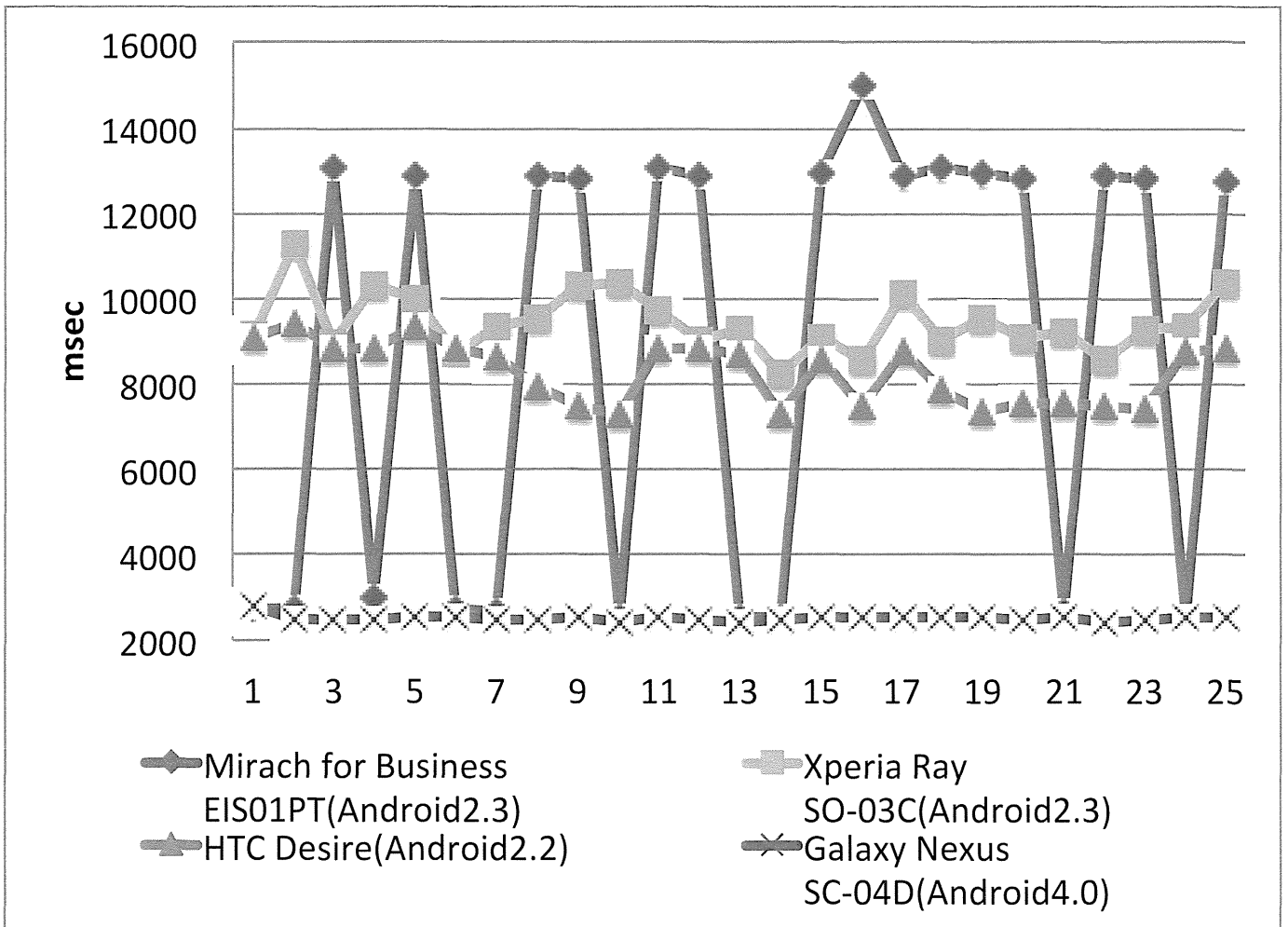


図4. アンドロイド端末のバージョン差. 従来のシステム (Android 2.2、2.3) と新システム (Android 4.2) の伝達速度比較



Ⅱ．分担研究報告書

2．聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システム実証評価

厚生労働科学研究費補助金（障害対策総合研究事業）
分担研究報告書

2. 聴覚障害災害時要援護者支援情報機器システム実証評価

研究代表者 矢部多加夫

国立病院機構東京医療センター人工臓器・機器開発研究部 研究員

東京都立広尾病院耳鼻咽喉科 部長

研究分担者 角田晃一

国立病院機構東京医療センター人工臓器・機器開発研究部 部長

研究要旨

聴覚障害災害時要援護者支援情報機器として開発した、アンドロイド端末(Android4.0)、Linux オペレーティングシステム、Java Scriptアプリケーション、IP (Google Cloud Messaging) による広範囲ネットワーク、WiFi (IEEE 802.11n)通信、3色LED表示ディスプレイから構成される支援情報機器新システムを宮城県立聴覚支援学校に設置、稼働を開始した。支援情報機器の有効性を実証するために平成24年8月～25年3月の期間、アンドロイド端末10台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ5台から構成される支援情報システムについて学園祭、避難訓練などの機会を利用して支援情報システム評価のアンケート、ヒアリングを実施した。

対象は計109名、聴覚障害者75名（平均年齢15歳、女性31名、男性44名）、対照健聴者34名（平均年齢31歳、女性12名、男性22名）であった。アンケート内容は、表に示すように、1) LED表機器について、2) 表示文字の色、3) 表示文字の速度、4) 表示文字の出し方の4項目である。

結果は、1) 女性51名、男性58名、一般来校者54名（平均年齢33.8歳）、小学部11名、中学部19名、高等部・専攻科25名、補聴器利用有り75名、なし75名、LED表示認知96名（88%）、表示内容理解（良く分かった・大体分かった）94名（86%）、LED表示器利便性100名（92%）。2) 色の読みやすい条件は、15m赤>10m赤>10m緑>15m緑の順。3) 読みやすい文字速度は、15m緑・高速>15m赤・高速>10m緑・高速>10m赤・高速>10m赤・低速>10m緑・低速>15m緑・低速>15m赤・低速の順。4) 読みやすい文字の出し方は、15m緑・スクロール有>10m赤・有>15m赤・有>10m緑・有>15m赤・無>15m緑・無>15m緑・無>10m赤・無>10m緑・無、の順であった。全体の結果としては、スクロールは有った方が良く、文字速度は高速の方が読みやすいが、文字色による差はなかった。聴覚障害者群では条件による差はなく、健聴者群ではスクロール有、高速、赤色で有意差が見られた。全体、聴覚障害者群ともに最も読みやすい条件は15m緑・高速であった。

LED表示認知（88%）、内容理解（86%）、利便性評価（92%）といずれも高値で、支援情報機器新システムに対する評価は高かった。LED表示条件としては今回の検討からは15m緑・高速スクロールの条件が高い視認性を示した。

A. 研究目的

聴覚障害災害時要援護者支援情報機器として開発した、アンドロイド端末(Android 4.0)、Linux オペレーティングシステム、Java Scriptアプリケーション、IP (Google Cloud Messaging) による広範囲ネットワーク、WiFi (IEEE 802.11n)通信、3色LED表示ディスプレイから構成される支援情報機器新システムを宮城県立聴覚支援学校に設置、稼働を開始した。支援情報機器の有効性を実証するために平成24年8月-25年3月の期間、アンドロイド端末10台、フラッシュライト付き視覚情報表示ディスプレイ5台から構成される支援情報システムについて学園祭、避難訓練などの機会を利用して支援情報システム評価のアンケート、ヒアリングを実施した。

B. 方法

対象は計109名、聴覚障害者75名（平均年齢15歳、女性31名、男性44名）、対照健聴者34名（平均年齢31歳、女性12名、男性22名）であった。アンケート内容は、表1 に示すように、1) LED表示機器について、2) 表示文字の色による読みやすさ、3) 表示文字の速度による読みやすさ、4) 表示文字の出し方による読みやすさ、の4項目である。LED表示機器は、校内各所に設置して定型緊急避難情報をスクロール表示し、認知の程度について質問した。表示文字の色は赤と緑の2色を提示し、LED表示機器までの距離を10m、15mの二通りに設定して読みやすさを尋ねた。表示文字の速度は文字色と距離、スクロール速度の3つの要素を組み合わせ設定し試験を行い、最後にスクロールした文字表示と静止文字表示の読みやすさについて調査した。LED表示機器表示文字認識のタスクは負担が少なく、短時間で終了するものであるが、試験に先立って十分な説明を行い、同意を得た上で実施した。高度聴覚障害被検者の場合には、手話通訳者が同席し十分な説明を行った。得られた匿名化アンケート結果は集計し、聴覚障害の有無、年齢などの因子をふまえて解析した。

C. 結果 (表2)

結果は、1) 女性51名、男性58名、一般来校者54名（平均年齢33.8歳）、小学部11名、中学部19名、高等部・専攻科25名、補聴器利用有り75名、なし75名、LED表示機器認知96名（88.0%）、表示内容理解（良く分かった・大体分かった）94名（86.2%）、LED表示器利便性100名（91.7%）。

2) 10m緑読みやすい(以下同じ)92名（84.4%）、10m赤 92名（84.4%）、15m緑 91名（83.5%）、15m赤 97名（89.0%）。

3) 10m緑・低速 88名（80.7%）、10m赤・低速 94名（86.2%）、10m緑・高速 98名（90.0%）、10m赤・高速 95名（87.1%）、15m緑・低速 83名（76.1%）、15m赤・低速 82名（75.2%）、15m緑・高速 100名（91.7%）、15m赤・高速 99名（90.8%）。

4) 10m緑・スクロール有 81名（74.3%）、10m赤・有 91名（83.5%）、10m緑・無 72名（66.0%）、10m赤・無 73名（66.9%）、15m緑・有 91名（83.5%）、15m赤・有 89名（81.7%）、15m緑・無 76名（69.7%）、15m赤・無 77名（70.6%）。

全体の結果としては、スクロールは有った方が良く、文字速度は高速の方が読みやすいが、文字色による差はなかった。聴覚障害者群では条件による差はなく、健聴者群ではスクロール有、高速、赤色で有意差が見られた。聴覚障害者群では表示内容理解が有意に高かった。全体、聴覚障害者群ともに最も読みやすい条件は15m緑・高速で、以下15m赤・高速、10m緑・高速、15m赤の順であった。

年齢別解析では、若年者ほどLED表示機器認知、表示内容理解が有意に高く、高等部学生は15m赤・低速条件を有意に読みにくいと回答している。

D. 考察

LED表示機器認知96名 (88.0%)、表示内容理解(良く分かった・大体分かった) 94名 (86.2%)、LED表示器利便性100名 (91.7%)といずれも高値で、支援情報機器新システムに対する評価は高かった。LED表示条件としては今回の検討からは15m緑・高速スクロールの条件が高い視認性を示した。また表示ディスプレイの視認性については、小中学生では差が無く、どの表示でも見やすいとする回答が多かったが、高等部学生は15m赤・低速条件を有意に読みにくいと回答し緑色の大きな表示文字で、高速スクロール表示が見やすいとするヒアリングが見られた。

今年度は予算の制限で視覚情報表示ディスプレイとアンドロイド端末の機能に制約が生じ、表示文字の大きさ(10m、15m)、色(赤、緑)、文字スクロール(文字送り)の速さ表示が十分に行えなかった。アンケートでもその制約から結果的に有意差が明らかにならなかった項目があり、この点は次年度の検討課題にしたい。また今回は小中高等部の年齢相応健聴者の視認性について調査が行えなかったので併せて検討したい。

E. 結論

LED表示機器認知96名 (88.0%)、表示内容理解(良く分かった・大体分かった) 94名 (86.2%)、LED表示器利便性100名 (91.7%)といずれも高値で、支援情報機器新システムに対する評価は高かった。LED表示条件としては今回の検討からは15m緑・高速スクロールの条件が高い視認性を示した。システム全体の条件設定可変度を改良し、また健聴者データと比較することにより聴覚障害者の視覚認知パターン特異性を解析し、情報伝達機器改善に結びつける試みが必要と思われる。

F. 健康危機情報

特になし。

G. 研究発表

1. 論文発表

Tsunoda K, Sekimoto S, Baer T. Brrain Activity in aphonia after a coughing Episode: Defferent brain activity in healthy whispering and pathological Conditions. J Voice. 2012 Jan 26. 26(5): 668.e11-3.

2. 学会発表

1. 第18回日本集団災害医学会 2013.01.23-25 神戸

聴覚障害災害時要援護者支援情報機器評価(5)

矢部 多加夫、伊藤 篤

2. 角田晃一、藤巻葉子、沼田 勉、田中藤信、石井豊太、黒田浩之、増田佐和子、黒田令子、三澤逸人、橋本 省、辻 純、徳丸 裕、南 修司郎、進藤彰人、松崎佐栄子、山本修子、松永達雄、藤井正人

「長寿社会における、耳鼻咽喉科医師だからできる誤嚥対策」
第113回日本耳鼻咽喉科学会・学術講演会
朱鷺メッセ(新潟コンベンションセンター) 2012.5.10~11

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし

表1. アンケート用紙

ひょうじき
LED表示機についてお聞きします

チェック（ ✓ ）してください。

また、（ ）の中には、数字か文字を入れてください。

② ^{せいべつ}性別 男 女

② ^{しよぞく・ねんれい}所属・年齢 ^{いっぱんらいこうしゃ}一般来校者 ^{ねんれい}年齢（ ） ^{さい}歳

（本校） ^{しょうがくぶ}小学部 ^{ちゅうがくぶ}中学部 ^{こうとうぶ}高等部・専攻科
学年（ ） ^{ねんせい}年生

④ ^{ほちようきりよう}補聴器利用 あり なし

④ ^{ひょうじき}LED表示器に気がつきましたか？

気づいた 気づかなかった

⑤ ^{ひょうじないよう}表示内容はわかりましたか？

よくわかった だいたいわかった
あまりわからなかった わからなかった

⑥ ^{ひょうじき}LED表示器は、^{じょうほうでんたつ}情報伝達に ^{べんり}便利だと感じましたか？

^{べんり}便利 どちらかといえば ^{べんり}便利
あまり ^{べんり}便利と ^{かん}感じない わからない

(以下の項目は、調査員が記載をお願いします)

文字の色についてお聞きします

- (2 1) 表示した文字についてお聞きします。(10m, 緑)
読みやすい 読みにくい
- (2 2) 表示した文字についてお聞きします。(10m, 赤)
読みやすい 読みにくい
- (2 3) 表示した文字についてお聞きします。(15m, 緑)
読みやすい 読みにくい
- (2 4) 表示した文字についてお聞きします。(15m, 赤)
読みやすい 読みにくい

文字の速度について伺います

- (25) 表示した文字についてお聞きします。(10m, 緑, 低速)
読みやすい 読みにくい
- (26) 表示した文字についてお聞きします。(10m, 赤, 低速)
読みやすい 読みにくい
- (27) 表示した文字についてお聞きします。(10m, 緑, 高速)
読みやすい 読みにくい
- (28) 表示した文字についてお聞きします。(10m, 赤, 高速)
読みやすい 読みにくい
- (29) 表示した文字についてお聞きします。(15m, 緑, 低速)
読みやすい 読みにくい
- (30) 表示した文字についてお聞きします。(15m, 赤, 低速)
読みやすい 読みにくい
- (31) 表示した文字についてお聞きします。(15m, 緑, 高速)
読みやすい 読みにくい
- (32) 表示した文字についてお聞きします。(15m, 赤, 高速)
読みやすい 読みにくい

文字の出し方について伺います

- (33) 表示した文字についてお聞きします。(10m, 緑, スクロール有)
読みやすい 読みにくい
- (34) 表示した文字についてお聞きします。(10m, 赤, スクロール有)
読みやすい 読みにくい
- (35) 表示した文字についてお聞きします。(10m, 緑, スクロール無)
読みやすい 読みにくい
- (36) 表示した文字についてお聞きします。(10m, 赤, スクロール無)
読みやすい 読みにくい
- (37) 表示した文字についてお聞きします。(15m, 緑, スクロール有)
読みやすい 読みにくい
- (38) 表示した文字についてお聞きします。(15m, 赤, スクロール有)
読みやすい 読みにくい
- (39) 表示した文字についてお聞きします。(15m, 緑, スクロール無)
読みやすい 読みにくい
- (40) 表示した文字についてお聞きします。(15m, 赤, スクロール無)
読みやすい 読みにくい

アンケートは、これで^{しゅうりょう}終了です。どうもありがとうございました。

表2. アンケート結果

条件		読みやすい	読みにくい
(2) 文字の色	10m 緑	92 (84.4%)	17 (15.6%)
	10m 赤	92 (84.4%)	17 (15.6%)
	15m 緑	91 (84.4%)	18 (16.5%)
	15m 赤	97 (89.0%)	12 (11.0%)
(3) 文字の速度	10m 緑 低速スクロール	88 (80.7%)	21 (19.3%)
	10m 赤 低速スクロール	94 (86.2%)	15 (13.9%)
	10m 緑 高速スクロール	98 (90.0%)	11 (10.0%)
	10m 赤 高速スクロール	95 (87.1%)	14 (12.9%)
	15m 緑 低速スクロール	83 (76.1%)	26 (23.9%)
	15m 赤 低速スクロール	82 (75.2%)	27 (24.8%)
	<u>15m 緑 高速スクロール</u>	<u>100 (91.7%)</u>	<u>9 (8.3%)</u>
	15m 赤 高速スクロール	99 (90.8%)	10 (9.2%)
(4) 文字の出し方	10m 緑 スクロール有	81 (74.3%)	28 (25.7%)
	10m 赤 スクロール有	91 (83.5%)	18 (16.5%)
	10m 緑 スクロール無	72 (66.0%)	37 (34.0%)
	10m 赤 スクロール無	73 (66.9%)	36 (33.1%)
	15m 緑 スクロール有	91 (83.5%)	18 (16.5%)
	15m 赤 スクロール有	89 (81.7%)	20 (18.3%)
	15m 緑 スクロール無	76 (69.7%)	33 (30.3%)
	15m 赤 スクロール無	77 (70.6%)	32 (29.4%)

Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表（雑誌）

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
矢部多加夫	聴覚障害災害時要援護者 支援情報機器評価（5）	日本集団災害医学会 誌	18	219	2013

Ⅳ. 研究成果の刊行物・別刷

1. 矢部多加夫、原口義座、友保洋三、他：鳥取西部地震における聴覚障害災害時要援護者の調査研究；日本集団災害医学会誌、12, 214-219, 2007
2. 矢部多加夫、原口義座、友保洋三、他：阪神淡路大震災における聴覚障害災害時要援護者の調査研究；日本集団災害医学会誌、14, 75-81, 2009
3. Atsushi Ito, Takao Yabe, Koichi Tsunoda, et al.: Performance evaluation of information delivery system in a major disaster for deaf people based on embedded web system.: AHSP2013 2013. 3. 6-8

V. 第一回・第二回班会議議事録

『聴覚障害災害時要援護者支援情報システム開発研究』

第1回班会議；今までの経緯と今後の予定 矢部多加夫

平成24年5月22日 交付決定通知 12,716,000円
代表研究者 矢部多加夫
分担研究者 角田 晃一
研究協力者 宮城県立聴覚支援学校（実験フィールド）
田内 光（国リハ病院副院長）
伊福部達（東京大学高齢社会総合研究機構教授）
小林 俊光（東北大学耳鼻咽喉科教授）
伊藤 篤（KDDI研究所）
上田一貴（東京大学大学院機械工学）

平成24年5月22日 仙台 宮城県立聴覚支援学校にて初回打ち合わせ
6-8月 機器作成・評価法の確定・質問紙表作成
8月 倫理審査委員会
9月 設置、調整
10月 稼働、評価 防災訓練
11月 文化祭
12月 報告書作成
2月 年度評価

平成24年6月26日 仙台 宮城県立聴覚支援学校にて第2回打ち合わせ

平成24年7月31日 東京 第1回班会議

第2回班会議；今までの経緯と今後の予定 矢部多加夫

- 平成24年5月22日 仙台 宮城県立聴覚支援学校にて初回打ち合わせ
6-8月 機器作成・評価法の確定・質問紙表作成
8月 倫理審査委員会
9月 設置、調整
10月 稼働、評価 防災訓練
11月 文化祭
12月 報告書作成
2月 年度評価
- 平成24年6月26日 仙台 宮城県立聴覚支援学校にて第2回打ち合わせ
- 平成24年7月31日 東京 第1回班会議
- 平成24年8月30日 仙台 宮城県立聴覚支援学校機器搬入・設置
- 平成24年10月27日 仙台 宮城県立聴覚支援学校宮畠にてアンケート調査
- 平成24年11月 東京 集計・解析・報告書
- 平成25年1月18日 神戸 第18回日本集団災害医学会にて口演
- 平成25年1月22日 東京 第2回班会議
- 平成25年3月 メキシコシティ学会で口演予定
- 平成25年7月 ラスベガス学会で口演予定
- 平成25年10月 バンクーバー学会(AAO-HNS)で口演予定

Performance Evaluation of Information Delivery System in a Major Disaster for Deaf People based on Embedded Web System

Atsushi Ito
KDDI R&D Laboratories
Chiyoda-ku, Tokyo
102-8460 Japan
at-itou@kddi.com

Takao Yabe
Tokyo Metropolitan Hiroo
Hospital
Shibuya-ku, Tokyo
150-0013 Japan
takao_yabe@tmhp.jp

Koichi Tsunoda
Tokyo Medical Center
Meguro-ku, Tokyo
152-0021 Japan
tsunodakoichi@kankakuki.go.jp

Yuko Hiramatsu
KDDI Evolva Inc.
Shinjyuku-ku, Tokyo
160-0023 Japan
xyk-
hiramatsu@tsm.kddilabs.jp

Yu Watanabe
Utsunomiya University
Utsunomiya 321-8585 Japan
yu@is.utsunomiya-u.ac.jp

Masahiro Fujii
Utsunomiya University
Utsunomiya 321-8585 Japan
fujii@is.utsunomiya-u.ac.jp

Yoshiaki Kakuda
Hiroshima City University
Hiroshima 731-3194 Japan
kakuda@hiroshima-cu.ac.jp

Abstract—In this paper, we present an outline of the new Information Delivery System During a Major Disaster for People Who are Deaf (IDDD) designed using a web platform such as node.js and GCM (Google Cloud Message), and explain the performance measurement results. Especially, a new implementation method using web system for embedded system and M2M system is explained. Also, we explained delay to provide disaster information to a user and spreading that information to multiple displays are shorter than previous IDDD.

Keywords- Disaster information, support people who are disabled, web-based embedded system, ad-hoc network, mobile phone

I. INTRODUCTION

Based on research of the status of people with handicaps during the earthquakes in Kobe and Tottori [1,2], we designed the Information Delivery System During a Major Disaster for People Who are Deaf (IDDD) using mobile phone and ad-hoc networking technology with an evaluation test conducted in many different locations since 2007. We found many of the people who are deaf without support during the disaster. Some people were left alone in a house and could not go to a shelter. In the event of a disaster, the electric power supply is usually stopped, so that people cannot receive information from TV. Half of the people who died in the earthquake in Kobe [1] were people who required help to evacuate, such as people who were elderly or disabled. Consequently, an information delivery method is urgently needed for people with hearing impairments.

In Japan, there are several Disaster Information systems for people who are deaf as described in Table I. However, these Disaster Prevention Systems does not solve the problems of people who are deaf. So that, we developed an information

TABLE I. DISASTER INFORMATION SYSTEM IN JAPAN

System name	Problems
Eye Dragon II	Does not work without TV Only works in the living room
Information delivery to mobile phone by email (Kobe Disaster Prevention Net)	During dinner or taking a bath, it is difficult to see the mobile phone
IT-based Disaster Prevention System (JEITA)	Not focused on people who are disabled
Wireless IP Phone (Owase City)	Not focused on people who are disabled

delivery system based on a mobile phone network, and performed several trials [3, 4, 5, 6]. We conducted 19 trials of the IDDD from 2007–2011, asked attendants to answer questions, and received answers from 312 people. For example, we conducted a trial in the reception area of the department of otorhinolaryngology in a hospital. In this case, the display shows the number of the next person in line, and we tested the display to show disaster information as part of the trial. The overall impression of 87% of examinees was positive. The details are described in [6]. Also, the IDDD is used in three offices in Tokyo that employ people with hearing impairments. We confirmed that the size and color of the characters were legible and recognizable.

During these trials, we received many different requirements from the different demonstration locations and from the different attendants. However, the IDDD was expensive and not sufficiently flexible and need to modify complicated C code and adjust parameters to meet every request. Also, the cost decreased for the LED display. Therefore, we re-designed the new IDDD [7] based on embedded web system and GCM (Google cloud message) to start a new project supported by Ministry of Health, Labor and Welfare for the long-term evaluation of new IDDD to check usability at a school for the deaf in Miyagi.

Part of this research was supported by the Ministry of Health, Labor and Welfare.

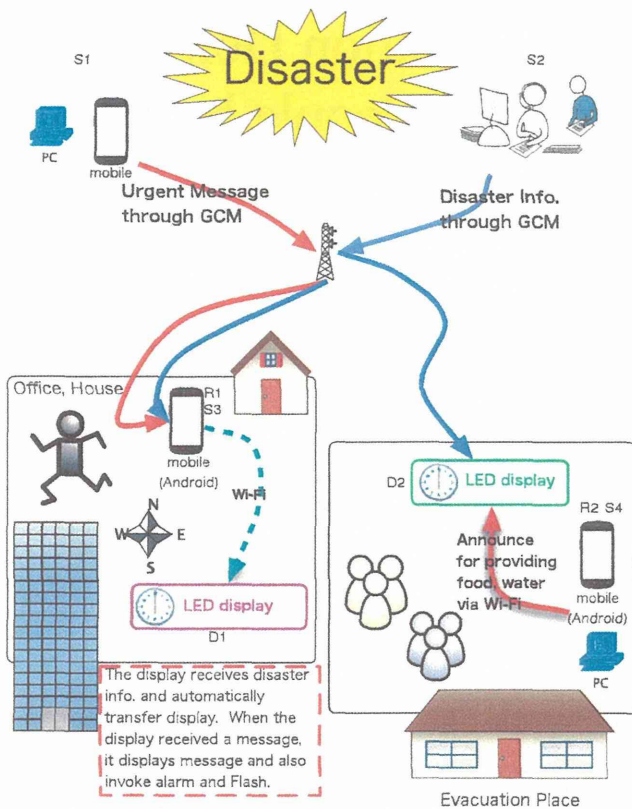


Figure 1. Outline of Information Delivery System

However, web based system is considered that the execution speed is not so fast comparing to native application, so that we measured delay to deliver information before we install new IDDD at a school for deaf in Miyagi. In this paper, we report a new implementation method using web system for embedded system and M2M system, and the results of the system performance test. As the performance test, we measured information delivery time to display that information, and delay between displays of IDDD. The delay to deliver information is shorter than previous system (12 sec -> 6 sec). This result is preferable at disaster situation.

We will first describe the outline of the Information Delivery System During a Major Disaster for People Who is Deaf (IDDD) in section II. We will then explain the details of designing the new IDDD in section III. Then, we will explain the performance measurement results in section IV. In conclusion, the opinions of parents and further study are presented in section V.

II. OUTLINE OF THIS SYSTEM

Figure 1 is the outline of the design for the IDDD. IDDD consists of who send information (S1, S2, S3 and S4 in Figure 1, receiver (mobile phone: Android Smart Phone, R1 and R2 in Figure 1) and LED display (D1 and D2 in Figure 1). There are four patterns to use this system:

- (1) Send disaster information from a person who is aware

of the disaster (S1 or S2). The information is received by a mobile phone (R1 and R2) and transferred to the LED display (D1 and D2) directly.

- (2) Send disaster information from a disaster information center of the government or an NPO (S2). The information is received by a mobile phone (R1 and R2) and transferred to the LED display (D1 and D2) directory.

- (3) Send disaster information in an office or home locally by using a personal PC or mobile phone (S3 or S4) to the LED display (D1 and D2).

- (4) Send support information by using mobile phone or PC (S4), such as the time to provide lunch or information on missing people in an evacuation area to people. The information is directly sent to the LED display (D1 and D2) directory.

This system was originally designed for SMS (short message service), however, we now using GCM instead of SMS. SMS was sometimes delayed or ignored when network access was highly congested since SMS is a circuit switching service.

Because of the network congestion in a large disaster, IP-based services are better for accessing networks. GCM is one of the most popular IP based push service. This is the reason that we decided to use GCM.

From a smartphone to the LED display, we now use Wi-Fi. When we designed the first generation IDDD, many feature phones had Bluetooth but not Wi-Fi, but now, all smartphones have Wi-Fi. In addition, this system can use ad-hoc networking to connect multiple LED displays to deliver information in a large space, such as an evacuation area or office building.

III. DESIGNING NEW INFORMATION DELIVERY SYSTEM FOR PEOPLE WHO ARE DEAF IN A MAJOR DISASTER

As described in section I, during these trials, we received many different requirements, such as changing size and color of LED display, the length of message and use flash/buzzer, at the different demonstration locations and from different attendants. For example, when a user would like to use different size of LED display, we need not only to change HW, but also to re-write API and to adjust the display speed. If a display is used in a room where almost all people are deaf, the display speed can be increased. Also, we should change the number of repeats to meet the requirements of the location, such as the message should be repeated many times at an event; however, in an office, messages should not need to be repeated so many times. Communication between an LED display and a mobile phone is expected in an office space or house; however, this function is not strongly required at an event. In addition, if LED displays are used in large venues, such as schools, we need to control them simultaneously using ad-hoc networking. Depending on use cases, many requests were raised, so that, we think we should re-design IDDD to realize flexibility such as adding new functions and change parameters easily.

First, we would like to change the application platform of

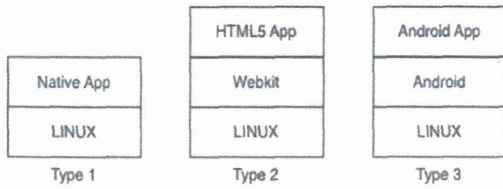


Figure 2. Three candidates of system architecture of LED display controller of IDDD

IDDD controller on the LED display from Linux to a higher level to realize a uniform platform of the IDDD to add

TABLE II. DIFFERENCES OF PREVIOUS ARCHITECTURE AND NEW ARCHITECTURE OF IDDD

	Previous System	New System
OS	Linux	Linux
APP	Native	Java Script
Display	LED 2 colors	LED 2 colors
WAN	SMS	IP (Google Cloud Messaging)
Local communication	Bluetooth	Wi-Fi

flexibility.

As described in Figure 2, there are three different abstraction levels in the system and related programming languages that are used for developing mobile phones. These technologies provide a compact, reliable environment. Let's compare these three architectures. Type 1 is usually used for different embedded systems. However, costs are required to modify the functions of a system written in C code depending on hardware. Type 3 is also widely used not only for mobile phones but also for music players, TVs, digital cameras, etc. However, on the IDDD, we do not need an application execution environment like Dalvik VM. Type 2 is now widely discussed as a Web OS. This architecture is flexible to add

functions and change parameters. We can develop a JS library for a specific purpose and use the functions in WebKit as we need. Also, we can develop a client server system using a web server to define communication among LED displays and mobile phones very easily.

For these reasons, we decided to use Type 2 for the new IDDD system. In addition, we changed the LED from two colors to three colors as described in Table II.

Figure 3 shows a detailed block diagram of our new IDDD system. A disaster message is sent from the Information Server via GCM and received by an Android phone. On the Android phone, an Android application receives that message and forwards it to the LED display. An LED display consists of the Wi-Fi access point (AP), Wi-Fi dongle, CPU, LED display, flashlight, buzzer, and battery (optional). The Wi-Fi AP is used for receiving messages from Android phones and other LED displays when ad-hoc networking is working. We used AODV to implement ad-hoc network function. The Wi-Fi dongle is used for sending messages to other LED displays. The flashlight is used to alert people when an emergency message is received. The buzzer is used for the same purpose. The battery can be connected to keep the system working in the event of a blackout.

We used node.js [8] as an application execution environment. Node.js is a compact web server, and we can run applications written in JavaScript (JS) on it. Also, node.js is widely implemented on embedded Linux platforms.

Figure 4 is the software architecture for the new IDDD. Boxes with *, such as LED.js, adhoc.js and LED Device API are newly added functions on this system. LED.js is a library for controlling LED display and adhoc.js is a library for ad-hoc networking among LED displays. For example, LED.js consists of several JS functions as described in Figure 4. Also, we need the device API for the LED display to drive the LED controller.

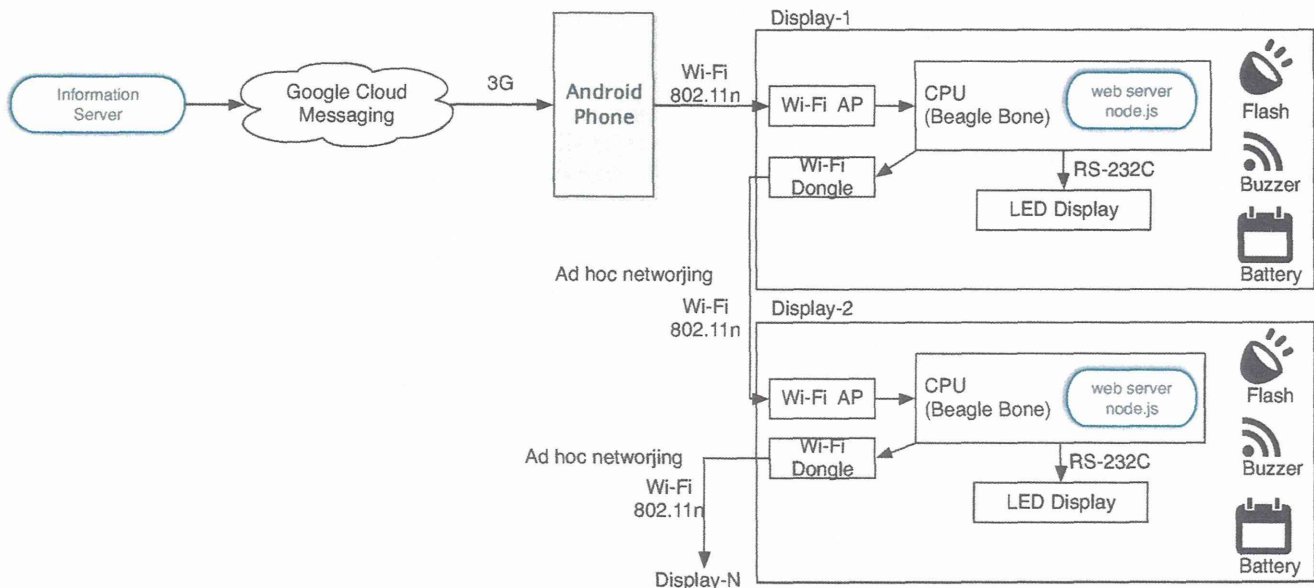


Figure 3. Block diagram of new IDDD