

携帯電話を用いた情報共有化システムの開発

金子 智 弥 近 藤 哲 浜 田 耕 史
鈴木 理 史 西 田 雄 三 堀 内 英 行
(東京本店建築事業部) (グローバルICT推進室)

Development of Construction Information Sharing System with Mobile Phone

Tomoya Kaneko Tetsu Kondo Koji Hamada
Masashi Suzuki Yuzo Nishida Hideyuki Horiuchi

Abstract

Mobile phones have been widely used on construction sites as tools for sharing construction information among managers and workers. To fully utilize the functionality of mobile phones on construction sites and to improve information exchange among managers and workers, the authors have developed a Platform System. This system enables managers to efficiently deliver and collect construction information by an e-mail delivery function of the mobile phones. We implemented this Platform System and developed the following two prototype systems: (1) Progress Control System for Interior Finish Work and (2) Traffic Control System of Construction Vehicles. We applied each prototype system to several projects respectively; as a result, we successfully reduced time spent on information management in each project. This paper presents an outline of the systems and the results of the applications.

概 要

携帯電話は、工事関係者間で情報を共有するツールとして建設現場において広く利用されている。筆者らは、携帯電話にメールを配信して簡単にWebに接続することで、工事情報をプッシュ型で配信可能とする情報基盤(以下、プラットフォーム)システムを構築した。このプラットフォームシステムを実装して、(1) 集合住宅における進捗管理システム、(2) 工事車両入退場管理システムの二つのプロトタイプシステムを開発し、工事現場に適用した。その結果、工事情報の管理に費やされる時間を短縮するなどの効果を得た。本報では、各システムの概要と工事現場への適用結果を述べる。

1. はじめに

筆者らは、10年以上前から工事管理における携帯電話の有用性に注目し、揚重機の予約管理¹⁾や建設廃棄物のロジスティクス²⁾などに導入してきた。さらに、持ち運びが容易なPersonal Digital Assistant(PDA)を利用した情報共有システムを開発して多くの工事に導入し、管理業務の効率化を実現した³⁾。ここでは、図面情報の確認が不可欠であり、画面の大きなPDAが必須となった。

工事現場の生産性⁴⁾をさらに向上するために、工事情報をプッシュ型で配信可能な携帯電話を利用した情報共有化システムを開発した。このシステムの概要と工事現場での適用結果について言及する。

2. 本研究の概要

2.1 携帯電話利用の背景と情報共有基盤

本研究では、建設作業員を含めた広範な情報共有を目的としているため、広く浸透している携帯電話をより積極的に利用する情報共有の仕組みを模索し、情報基盤(以下、プラットフォーム)システムを構築した。このシステム

は、携帯電話にメールを配信することで簡単にWebに接続し、工事情報をプッシュ型で配信可能とする。Fig. 1に示すように、工事関係者間で情報共有することでリアルタイムに状況が確認可能となり、効果的な施工管理が実現できる。さらに、既存の業務システムと情報連携することで、以下の実現を狙っている。

- 1) 情報共有による作業間の連携強化(作業員間の情報共有も含む)
- 2) 計画と実績情報を比較した迅速な対応
- 3) 実績データの確実な収集と分析(実績報告帳票などの自動作成も可能)

2.2 携帯電話利用の現状調査

本研究に先立って、3現場111名の建設作業員を対象に携帯電話の詳細な利用状況調査を2007年に行った。この調査から、携帯電話は工事現場における情報共有の有力なツールであるが、その操作や情報の授受に関する作業員のリテラシーは千差万別であり、導入に際しては利用説明会などを充分に行う必要があることが分かった。また、通信費用の大部分が個人負担であることから、工事関係者間で情報共有するシステムの普及には作業員にと

ってのメリットの享受が重要となることなどが明らかとなった。

2.3 情報共有プラットフォームシステムの機能と実装

プラットフォームシステムは、Fig. 2 に示すように、専門工事会社の作業員が常備している携帯電話、工事管理者が大量のデータを取り扱えるよう工事事務所に設置した管理用PC、双方が閲覧する情報を格納するインターネット上の情報共有サーバー、作業員へのメール送信を行うメールサーバー、で構成されている。

プラットフォームシステムは、任意のタイミングで任意の工事関係者にメールを自動配信する機能を持つ。例えば、特定の工事が完了したタイミングで、後続工程の工事関係者に配信して作業開始を促すことや、一日の作業終了時(17時)に関係者全員に配信することもできる。このメールにはWeb上の情報共有サイトに簡単にアクセスするためのアドレス(URL)を埋め込むので、情報を提示するとともに収集を促す役割を果たす。さらに、システムは収集した計画及び実績情報を比較対比できるようにデータを格納している。これによって、計画に対する実績を迅速に確認できる。

2.4 プラットフォームシステムを利用した情報共有

2.4.1 集合住宅の工程進捗情報共有

集合住宅における内装工事は小部屋での作業となるため、全体の工事進捗が把握しづらい。また、住戸ごとに仕様が異なるため、きめ細かく工事の進捗を管理する必要もある。さらに、建築工事と設備工事が交互に進められるので、統合的に管理する必要もある。内装工事の工程進捗情報を共有することで、以下の効果が期待できる。

- 1) 作業員間の情報共有によって、工事の手待ち・手戻り、瑕疵や非効率な確認業務等、目に見えないコストや時間を削減できる。
- 2) 工事記録やノウハウを自動的に残すことができるため、工事報告資料や関連帳票等の作成業務手間が削減できる。
- 3) 工事遅延の早期発見、不具合が発生しやすい箇所の重点管理等、効果的な施工管理が実施できる。
- 4) 建築・設備両工事の協調が促進できる

2.4.2 工事車両入退場情報の共有

工事現場には、工事関係者の通勤・訪問や資機材・荷物の運搬など、多くの車両が入退場する。特に大規模工事現場では、分単位で車両の入退場を管理している。一方、セキュリティ上の問題や通行規制等から、工事車両の入退場記録を残したり、入場を制限する場合も生じる。また、廃棄物輸送車両などは、マニフェスト記載のためにも車両番号を記録する必要がある。これらの記録には、手間がかかっており改善が求められている。車両入退場情報を共有することで、以下の効果が期待できる。

- 1) 車両の入場予定情報を関係者で共有することで、入場ゲートの混雑状況等を予測できる。

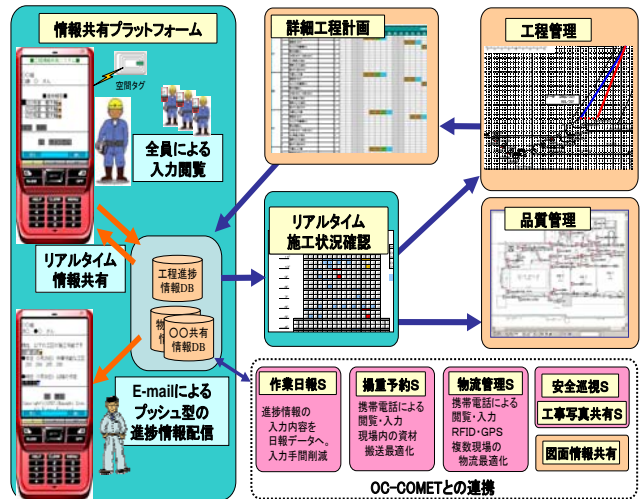


Fig. 1 情報共有プラットフォームと他の工事管理ツールの連携
Relations among Information Sharing Platform System and Other Control Systems

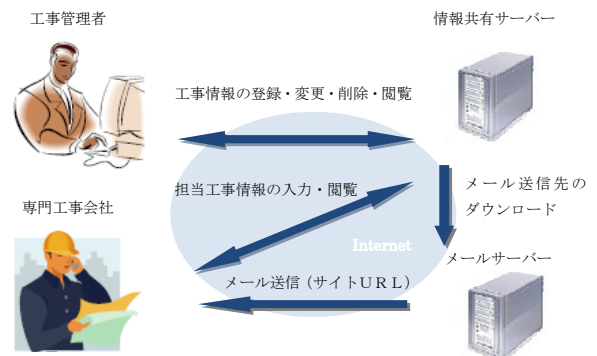


Fig. 2 プラットフォームシステムの構成
Configuration of the Platform System

- 2) 最新の車両入場状況を予定と比較して、各車両が入場のタイミングを予測することで、工事現場周辺の車両の待ち行列が緩和される。
- 3) 入場車両に関する各種情報を容易に収集できるため関連書類の作成手間を軽減できる。

3. 集合住宅における進捗管理システム

3.1 集合住宅内装工事の進捗管理の重要性

集合住宅新築工事における仕上げ工事段階では、多様な工種の作業者が数日単位で各住戸に対して入れ替わり作業する。住戸ごとの作業ステップは、建築・設備を含めて30から50ステップになる。そのため、工事全体の進捗状況の正確な把握が難しい。従来は住戸・作業ステップごとの一覧表を工事事務所内に掲示し、工事管理者が日々の工事現場の巡視に基づいて進捗状況を更新していた。さらに、最近では、以下のような理由から、内装工事の進捗管理の重要性が高まっている。

- 1) 大規模再開発にともなう高層化・大規模化によって住戸数が増え、管理する情報が膨大になってい

る。

- 2) 住宅設備が高度化して設備工事の比重が高まり、建築工事との統合的な管理が必要になっている。
- 3) セレクトプラン・メニュープラン・フリープランなど入居者の希望に応じた設計の自由度を特長にした物件では、住戸ごとに作業ステップが異なっている。

そこで、情報関連技術を用いた進捗管理の高度化が求められた。

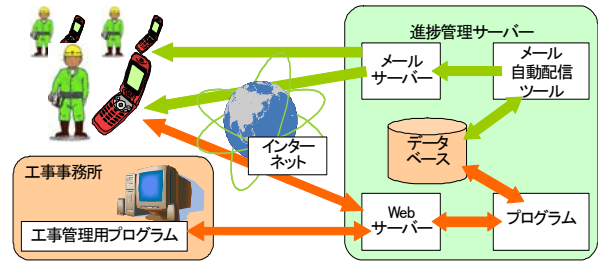


Fig. 3 進捗管理システムの構成
Configuration of Progress Control System for Interior Finish Work

3.2 進捗管理システムの概要

3.2.1 システムの構成 進捗管理システムの構成をFig. 3に示す。進捗管理サーバーは、作業員の携帯にメールを配信するメールサーバーと、進捗報告・進捗確認機能を提供するWebサーバーからなる。サーバーへの接続は、工事管理者はパソコンの工事管理用プログラムで、作業員は携帯電話で行う。

3.2.2 詳細工程計画機能 住戸・工種単位で作業の進捗を管理するには、住戸単位の作業工程を事前に作成する必要がある。工事管理者による作業工程情報の作成および修正の手間を軽減するため、進捗管理システムの工事管理用プログラムには詳細工程計画機能が付加されている。詳細工程計画の画面表示の例をFig. 4に示す。

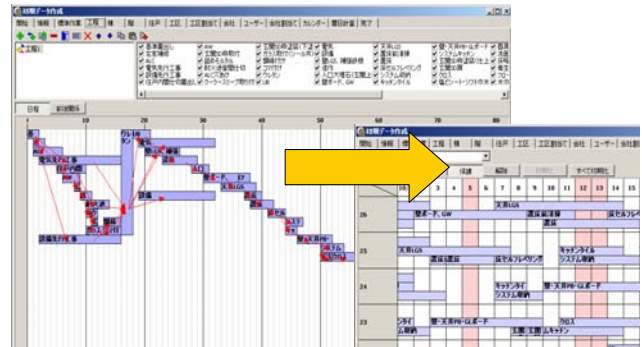


Fig. 4 詳細工程計画画面
Screenshot of Generating Detailed Schedule

3.2.3 携帯電話による進捗報告 作業員が利用する携帯電話の画面をFig. 5に示す。進捗報告を促すメール本文(a)のURLを基に、進捗報告画面(b)に簡単に遷移できる。進捗報告画面では、担当作業の完了予定を選択することで進捗報告を行う。また、進捗確認画面では他の工種の作業の進捗状況(c)を確認できる。

3.2.4 パソコンによる進捗確認機能 工事管理用プログラムの進捗確認機能により、工事管理者は各工種の進捗状況を計画と比較して確認できる。進捗状況の表示形式にはFig. 6に示すような工程表形式とFig. 7に示すような進捗表形式がある。工程表形式は日付を基準として表示するので、どの工程が何日遅れたのかを明確に把握できる。一方、進捗表形式は作業を基準として表示するので一覧性が高く、進捗が遅れている住戸とその原因となる作業の特定が容易になる。日々リアルタイムに情報が更新、共有されるため、工程の遅延やその原因を早期に発見でき、増員等の迅速な対処が可能となる。



(a)メール受信画面 (b)進捗入力画面 (c)進捗確認画面

Fig.5 進捗状況管理システムの携帯電話画面
Mobile Phone Screenshot of Progress Control System for Interior Finish Work

3.3 システムの適用結果

3.3.1 適用概要 本システムを適用した2工事の概要をTable 1に示す。A工事は広大な敷地に建つ低層集合住宅、B工事は大規模再開発に伴う高層集合住宅の新築工事である。システムを利用する作業員は、左官・ボード・家具・電気・衛生・空調・シール・養生工などの職長19名とし、事前に利用説明会を行った。

3.3.2 システムの効果と課題 当初、進捗報告を促すメールを送信せずに運用したところ進捗報告が実施された作業数は登録された作業数全体の8%だった。そこで、

		工程表(計画+実績)												A棟(横)											
階	住戸	計画												実績											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4階	405	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	404	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	403	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	402	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3階	305	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	304	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	303	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	302	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2階	205	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	204	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	203	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Fig. 6 工程表形式の工事進捗確認画面
Schedule with Network Diagram in Progress Control System

毎日午後5時にメールを送信したところ進捗報告は85%に改善された。利用者の操作時間は、導入当初は1日あたり平均12分だったが、利用終了時点では8分に短縮された。利用者にアンケートを行ったところ、システムの操作性について”難しい”・”やや難しい”という回答が20%あったが、おおむね好評だった。

Fig. 7 はA工事の進捗管理画面である。工事現場の巡視によって、工事管理者がこの帳票を作成する場合には95分を要した。一方、進捗管理システムの導入によって、これらの業務は自動化された。このことから、システム適用期間を通じた工事管理業務の削減効果は1.4人月と試算できる。

一方、運用中に工程計画が前後することがあり、そのたびに詳細工程計画機能で予定工程を修正する必要があった。また、当社の工事現場では、職長が標準システムである作業日報システムを日々利用している。作業日報を携帯電話で入力したいとのニーズもあり、本システムとの融合が期待された。

そこで、携帯電話を利用した作業日報の入力機能を2010年3月より工事現場で試行した。Fig. 8 に携帯電話の画面例を示す。利用者へのアンケートを行った結果、システムの操作性について問題ないとの評価を得た。携帯電話から入力できることで、空いた時間を有効活用できる点や工事現場のパソコン待ちが不要になった点が好評だった。

4. 工事車両入退場管理システム

4.1 車両情報共有の流れ

工事車両の入退場において、共有される情報とその手段をFig. 9 に示す。車両番号(本報では、ナンバープレート下部に大きく表示される4桁の数字に限定)をIDとして用いることがシステムの特徴である。車両の状況は次の3段階で遷移する。

(1) 事前登録フェーズ 車両を効率的に管理するためには日々の入退場車両の予定を把握する必要がある。従来は、前日に専門工事業者と打合せて、書面にまとめていた。即応性の高い情報共有を実現するために、Web上で動作する車両入退場管理プログラムを開発した。

(2) 場外待機フェーズ 入場当日、車両は当初の予定通りに工事現場に向かうが、前の搬入工程遅れや突発的な入場車両の発生などにより、計画が大幅に変更になる場合も多い。工事車両の入退場に関する最新情報を入力することで到着時間を調節できるため、工事現場周辺で車両を駐車することが少なくなる。入場指示などの重要な情報は、携帯電話を用いたプッシュ型配信が有効であり、情報共有プラットフォームを実装した。

(3) 実績確認フェーズ 工事現場への入退場時は、車両入退場管理プログラムを利用して、実績を登録できる。携帯電話からの実績登録のほか、登録作業を効率化する手段として、音声認識技術や画像認識技術も利用可

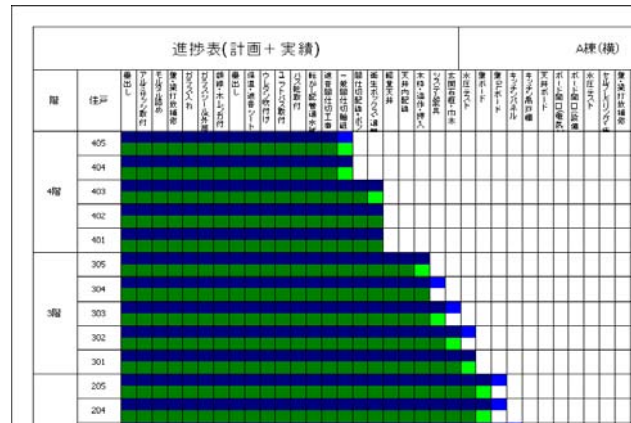


Fig. 7 進捗表形式の工事進捗確認画面
Work Progress Based Schedule in Progress Control System

Table 1 進捗管理システムの適用現場
Projects where the Progress Control System is applied

	A工事	B工事
場所	武蔵野市	春日部市
構造	RC造	RC造
規模	地上3階 地下1階	地上26階 地下1階
延床面積	10,609㎡	15,681㎡
住戸数	66戸	148戸
適用期間	2008年4～10月	2008年4～12月



日報確認 詳細確認 実績入力
Fig. 8 携帯電話による作業日報入力画面
Mobile Phone Screenshot of Work Progress Report

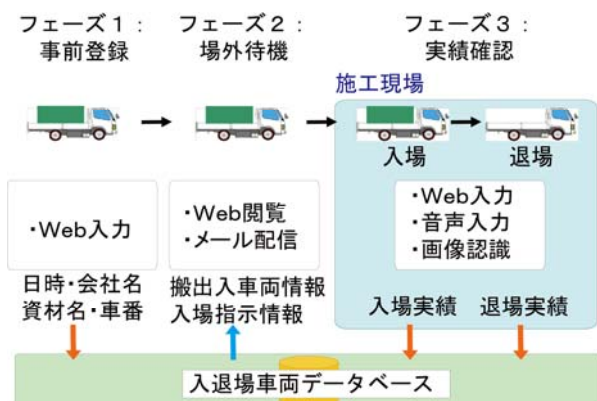


Fig. 9 車両情報共有の流れ
Information Flow of Traffic Control System

能とした。

4.2 車両入退場管理プログラム

既に20程度の工事現場で導入実績のある揚重機予約システムをベースとして開発した。Fig. 10 に車両入退場管理プログラムの閲覧画面の例を示す。日付ごとに、入場予定車両の資材名・台数・時間帯などを一覧で表示でき、ゲートごとに予定表を分割することもできる。事前登録のフェーズでは、前記情報のほか、運行管理者・運転者・車両番号や配信先のメールアドレスを入力する。また、実績確認のフェーズでは、予定されている車両のレコードに対して入場と退場の完了フラグを立てる。入退場実績が遅れている場合は遅延フラグを立て、予定情報に従って後続の車両に自動でメール配信する機能を持つ。

重	会社名	資材名	ゲート	台数
1	〇〇建設	鉄骨	1ゲート	5
2	大林組	板鉄材	2ゲート	2
3	XX建設	鉄骨	1ゲート	5

Fig. 10 Web上の車両入退場管理画面
Screenshot of Traffic Control System
for Construction Vehicles on the WEB

4.3 車両入退場管理システムの要素技術の適用

4.3.1 音声認識技術の適用 音声認識利用時の利用者の装備をPhoto 1に示す。装備は音声マイク、音声認識用端末機器、認識結果の確認用イヤホンなどで構成される。利用者背面の騒音マイクで周囲の雑音を拾い、雑音成分を低減する音声処理を施すことで、雑音が多い環境下でも明瞭な音声の認識が可能となる。



Photo 1 音声認識利用者の装備
Equipment for Voice Detection System

Fig. 11 は1回の車両番号登録における音声認識フローを示す。関係のない会話に反応しないように、“入場”もしくは“退場”という単語をトリガーにして登録フローが開始する。処理結果はイヤホンを通して確認されるため、誤認識の場合は“中止”を入力して修正する。工事現場への導入に先立って、利用者の声を事前登録して認識率を向上させた。

4.3.2 画像認識技術の適用 画像認識に必要な可視光カメラ、赤外カメラ、データ処理用のPCは、工事現場に長期間設置し続けるため、雨除けとセキュリティを考慮して、ゲート付近に仮設小屋を設置した。機器の設置状況をPhoto 2 に示す。

画像認識により車両番号を取得するソフトの画面をFig. 12 に示す。全体画像のグリッドラインは認識範囲の中心を示すガイドである。画面右下に認識されたナンバープレートの画像が表示され、取得した車両番号の数字がテキスト形式で保存される。画像認識の処理は、1秒間あたり約2回で繰り返された。



Fig. 11 音声認識端末による車両番号登録フロー
Vehicle Registration Process with Voice Detection System

4.4 システムの適用結果

携帯電話を利用した車両入退場管理システムの適用状況をPhoto 3 に示す。工事車両の入退場情報の遷移、プッシュ型配信の範囲やタイミングの確認および2つの認識技術の有効性の確認などを目的に、3箇所の工事現場で試験的に適用した。適用日数は約190日間、工事車両の述べ入場台数は約3,500台であった。その結果、従来の紙による管理方法では適切に共有できなかった搬入予定情報のうち、打合せ時に各社が確認した後に追加された搬入予定と、当日の荷降ろし作業の遅延などによる予定の変



機器収納小屋外観 内部機器
Photo 2 画像認識に必要な機器の設置例
Equipment for Image Recognition System

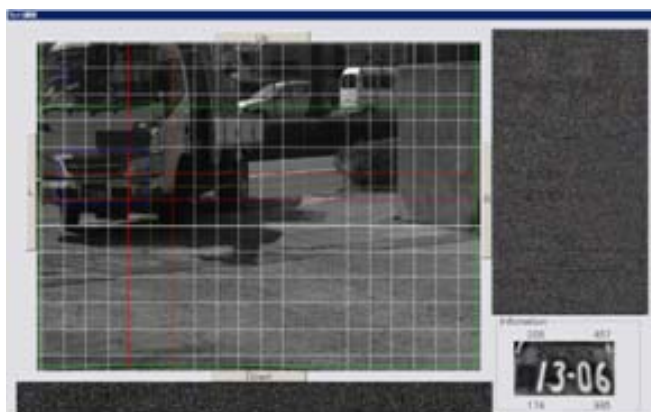


Fig. 12 画像認識による車両番号取得画面
Image Recognition of Vehicle License Plate

更情報が適切に共有できることを確認した。また、利用者に対するアンケートの結果から、当日の工事車両の入退場について、紙への入力作業と比較して実績の入力作業を約7割軽減できることを確認した。さらに、車両入退場記録の帳票を即座に出力できるため、手書きの記録票からのデータ入力と比較して手間が4割程度削減できた。以上のことから車両入退場管理システムは、工事車両の入場に制限がある工事現場で車両の入退場の記録を必要とする場合、適切な情報共有と関連業務の削減に有効であるといえる。

実績確認フェーズの音声認識技術に関しては、7日間658台の車両入退場を対象に、1台の車両番号を登録するまでの誤認識発生回数で評価した。1回も誤認識なく登録できた割合が90.7%、1回発生が7.4%となった。周囲の騒音が大きい場合でも認識に支障はなかった。一方、画像認識技術については、1ヵ月間1,672台の車両入退場における認識成功率は95.5%となった。誤認識の要因として、泥によるナンバープレートの汚れ、日射による色とびの影響などが挙げられる。以上から、これらの認識技術だけではゲートの無人化は難しい。しかし、人手により情報を適切に補完すれば、車両入退場記録と関連業務の手間を削減できる可能性がある。

5. おわりに

携帯電話を利用して工事関係者間で情報を共有するプラットフォームシステムと、このシステムを実装した2つのプロトタイプシステムとして、集合住宅内装工事の進捗管理システムと、車両入退場管理システムを開発した。また、それぞれ工事現場に適用して効果を確認した。

今後、Building Information Modeling(BIM)の導入などに



Photo 3 携帯電話を利用した車両入退場管理システムの利用状況

A Guard Using Mobile Phone to Input Vehicle Information

より、施工計画における計画情報等は早期に詳細に作りこまれることが予想される。工事の計画情報を踏まえ、実績情報を効率的に収集して点検・評価を迅速に行うことが不可欠となる。このためには、工事関係者間で有効に施工情報を共有していく方法論やそのためのツール開発が、今後もさらに重要になっていくと考えられる。

謝辞

なお、音声認識と画像認識技術は、日本電気(株)の協力を得て開発した。関係各位に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 浜田他：建築工事における搬送作業の自動化に関する研究 (その2)自動化搬送システムの開発と適用結果, 第17回建築生産シンポジウム, pp.213~218, (2001)
- 2) 浜田他：建設系廃棄物の小口巡回回収と電子マネIFESTOの試行, 第20回建築生産シンポジウム, pp.165~170, (2004)
- 3) 金子他：携帯端末に対応した図面ベース情報共有ツールの開発と適用, 第22回建築生産シンポジウム, pp.187~194, (2006)
- 4) 日本建設業連合会：建設業ハンドブック2010, p25, (2010)
- 5) 浜田他：ユビキタス技術を用いた施工情報の共有化に関する研究 その1 携帯電話を用いた情報共有化システムの開発と適用事例, 第26回建築生産シンポジウム, pp.303~308, (2010)