

単眼距離画像カメラによる Aimulet の反射率変調通信

伊藤 日出男[†] 小杉 一貴[‡] 林 新[†]

鍛冶良作[†] 西村 拓一[†] 滝沢 國治[‡]

[†](独)産業技術総合研究所 〒135-0064 東京都江東区青海 2-41-6

[‡]成蹊大学 〒180-8633 東京都武蔵野市吉祥寺北町 3-3-1

E-mail: [†] hideo.itoh@aist.go.jp, [‡] kkosugi@carc.aist.go.jp

あらまし それに伴ない閉空間内で情報を受信するには、個々の嗜好、適度なプライバシーを考えると「今、ここで、私に」と局所的な位置状況に依存した情報支援サービスが必要になってくる。産業技術総合研究所では位置に基づく通信技術として低消費電力光通信情報端末 Aimulet とそのシステムを研究開発している。

本報告では、単眼距離画像カメラと再帰反射率変調通信端末を使用することで、ユーザの位置を計測し、端末からのデータ送信を行うシステムについて報告する。

キーワード 位置に基づく通信, 反射率変調, Aimulet, 単眼距離画像カメラ

Reflectivity Modulation Communication Terminal Using a Range Finding Video Camera

Hideo ITOH[†] Kazutaka KOSUGI[‡] Xin LIN[†]

Ryosaku KAJI[†] Takuichi NISHIMURA[†] and Kuniharu TAKIZAWA[‡]

[†] National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

2-41-6 Aomi, Koto-ku, Tokyo, 135-0064 Japan

[‡] Seikei University 3-3-1 Kichijyouji Kitamachi, Musashino-shi, Tokyo, 180-8633 Japan

E-mail: [†] hideo.itoh@aist.go.jp, [‡] kkosugi@carc.aist.go.jp

Abstract To realize continuous personalized information services with users' higher security and privacy, spatial optical beam communication is one of attractive technologies. In this paper, we propose a tracking and communicating system using a range-finding video camera and reflectivity-modulating communication terminal. The mono-eye range-finding video camera detects distance distribution of the object image with 15 frame per seconds.

Keyword location-based service, reflectivity modulation, Aimulet, range finding camera

1. はじめに

現実の世界を移動しながら、興味がある物の情報だけを気軽に手に入れるというシステムや、それを必要とするユーザ、利用するユーザは今後増加すると考えられる。つまり、ネットワークを使用した位置に依存しない情報提供ではなく、人がその場所に移動することで始めて、その場所にしかない情報や、その場所で役立つ情報、その物の情報などを手にすることができ

る情報支援サービス環境である。

そのような情報環境サービスを実現するための技術として、位置に基づく通信技術がある。ユーザがいる位置にはたくさんの意味情報が含まれており、あらかじめユーザが必要としているであろう情報を準備して提供することができる。例えば、ユーザが駅の改札口の前に立っているのか、美術館や博物館の前で名画を鑑賞しているのか、などの位置を把握することで、予

めユーザへ提供する情報をより適切に準備できる。

上記で述べたユーザの位置に基づいた情報支援環境を実現するためには、ユーザの位置計測、個別認識、追跡システムなどが必要になる。更に、環境側の装置とユーザ間でインタラクティブに情報をやりとりするためには、環境側からユーザに向けた単方向の通信だけではなく、ユーザから環境側へのアップロードも必要になる。

今回はセンサに、単眼で奥行きが計測できる距離画像カメラを用いる。このカメラの原理は近赤外LEDから数10MHzで変調して投光し、物体からの反射光との位相差から光の到達時間を計測して距離を求める。よって、一般的なTVカメラと同様に物の位置や形状がわかるだけでなく、同時に奥行きの情報も得られることができる。

端末には、ポリマー分散液晶と、反射材を組み合わせ、再帰反射率変調通信端末として使用する。

本稿では、距離画像カメラと再帰反射率変調通信端末を組み合わせた追尾システムを提案し、基礎データとして、反射シートとコーナーキューブとの光強度を計測した。又、実際に端末を2次元平面に移動するステージ上に配置し、移動端末の追尾と、端末からの信号を認識する実験を行った。

2. 原理

2.1. 空間光通信

光を用いた無線通信システムは電波を用いた通信システムと比較すると、通信範囲の狭さ、隠蔽による切断などの短所が考えられる。しかし、その短所を逆に利点として活かすことができる。前節で述べたように、「いま、ここで、私に」という局所的な通信システムを構築するためには、光の指向性を利用することで、ユーザには個別に情報提供ができ、適度なプライバシーを保った通信ができ、環境側のセンサが端末の位置を高精度に把握しやすい、などの特長を具現できるためである。

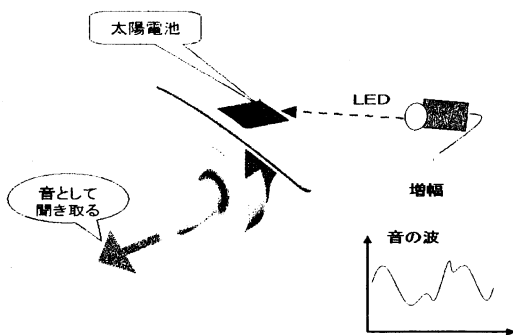


図1 単純な Aimulet(CoBIT)の実装形態

我々は位置に基づく通信技術として、Aimuletを開発している[1]。これは誰でも簡単に扱えるシンプルなインターフェイスを持つ空間光情報端末である。環境側の装置は音声波形に従って強

度変調させた光を照射し、Aimuletの太陽電池が音声波形に従って発電し、太陽電池に直結したイヤホンから音声を聞くことができる。また太陽電池で発生するエネルギーを利用するため一時電池や二次電池で駆動される増幅などの電子回路が不要になるという利点がある。

2.2. 距離画像カメラを利用した追尾システム

Aimuletを保持するユーザは、赤外LEDの照射範囲に移動することにより、音声情報を受信できる。さらに環境の各種のセンサの情報を用いることで、ユーザからのアップロードの情報を送信でき、ユーザの位置状況に応じたコンテンツの切り替えを実現することもできる。

本報告では、センサとして、端末の位置計測と、端末の反射光強度を同時に計測できる距離画像カメラを使用する。

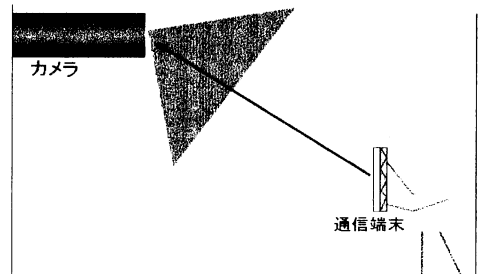


図2 カメラを使用した追尾イメージ図

3. 実験

3.1. 電圧と光強度の関係

カメラから1.7mの位置に通信端末を置き、空間光通信用液晶素子に印加する電圧を変化させたときの、カメラが受光する光強度を計測した。カメラは8bit(0~255)で濃淡を計測する。通信端末の反射材として、今回はコーナーキューブと、再帰光反射シートとで比較した。

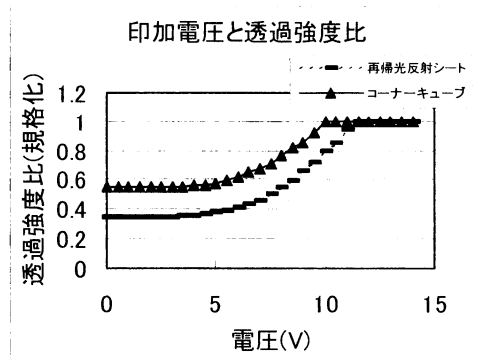


図3 印加電圧と透過強度比の関係

図3から再帰光反射シートは 11.5V、コーナーキューブは 10V で受光強度が飽和した。また反射光強度の最大値もコーナーキューブの方が大きいことがわかった。したがって、再帰光反射素子としては、コーナーキューブの方が、低い電圧で動作することがわかった。

3.2. 液晶の角度と光強度の関係

次に 3.1 と同様に、カメラから 1.7m の位置に端末を配置し、端末のカメラに対する角度依存性を調べた。測定は電圧をそれぞれの飽和する電圧値に設定し、水平方向に角度を変化させ、光強度を計測することで行った。

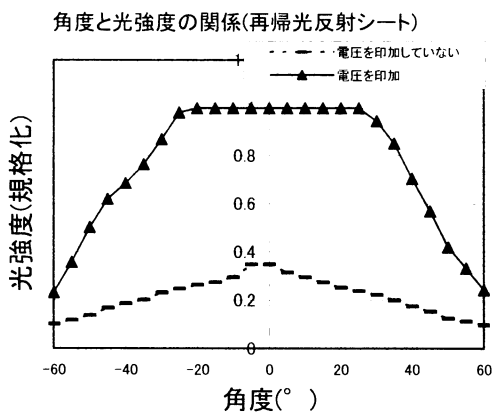


図4 角度を変化させた時の光強度のグラフ

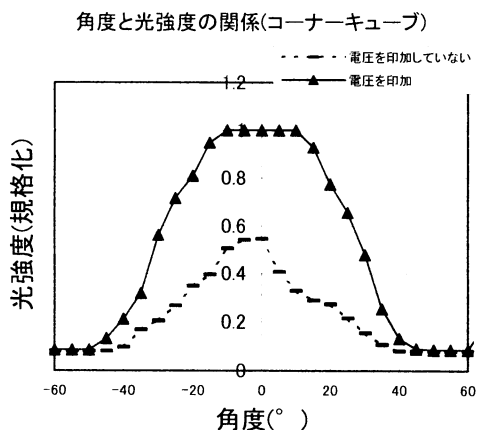


図5 角度を変化させた時の光強度のグラフ

図4から再帰光反射シートを使用した場合は $25^{\circ} \sim -25^{\circ}$ まで高い値を計測することができた。

図5からコーナーキューブを使用した場合は、 $10^{\circ} \sim -10^{\circ}$ の間で高い光強度を得た。このデータからコントラスト比と、角度を変化させた時の光強度を考慮すると再帰光反射シートを使用することが望ましいと言える。しかし、これは液晶の曲がり具合や、再帰光反射シートの曲がり具合に依存する部分が多いと考えられる。

3.3. 追尾制御プログラム

通信端末には反射材に再帰光反射シートを使用して、カメラでその座標、距離を確認する。位置を確認できたならば、

$$X = r \sin \theta \cos \phi \dots (1)$$

$$Y = r \sin \theta \sin \phi \dots (2)$$

$$Z = r \cos \phi \dots (3)$$

(1)(2)(3)式から曲座標に変換する。

カメラが読み取ることができる変調通信端末の最大変調速度は 3Hz である。データ伝送速度としては必ずしも早くはないが、誰でも簡単に操作できる端末としては「yes,no,戻る」程度のすくない情報量でも意図を伝えるならばデータ伝送速度は必ずしも高い必要はない。PC 上で、端末の位置、端末からの信号を読み取っているコントロールパネルの例を図6に示す。制御プログラムには LabView を使用した。

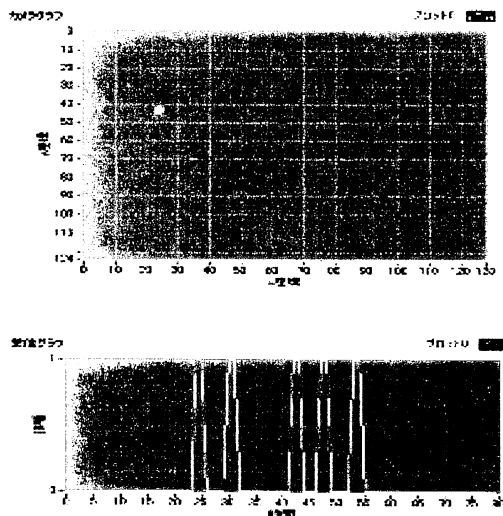


図6 制御プログラムのコントロールパネルの例

プログラムは受像した画素の閾値よりも高い部分を二値化して判別する。まず 1 つの点が発見されると、近くの画素を検索し、それを繰り返して、1 つの液晶と認識するように制御している。

図6上半面の xy 座標の白く光っている部分が端末の位置で

ある。端末の変調信号を読み取っているグラフが下のグラフである。端末からは「110111」という信号を発信し、センサ側はその信号を読み取っていることを示している。

なお、端末からは端末の固体認識番号とユーザの簡単な状態を示す番号を連続して送信するように制御した。図6を例にとると[110]がIDの信号、[111]がユーザの状態を表す信号となる。

3.3. 追尾実験

実際に通信端末を移動させ、カメラで通信端末の移動軌跡を求めた。同時に、通信端末から液晶に3種類の変調電圧を順番に入力し、カメラでその信号を認識できることを確認した。実験の構成図をFig3に示す。端末は2軸移動ステージ上に配置され、x-yの2次元平面を移動する。実験では反時計周りに移動端末を5cm/sで移動させた。移動中に通信端末に1、0に合わせて電圧を入力する。カメラは通信端末の位置を計測し、2.2~2.5s間で通信端末の信号を読み取り追尾する。

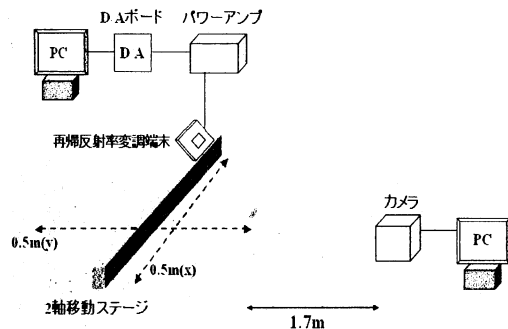


図7 実験構成図

図8に認識した端末の移動軌跡と、3種類の信号の読み取り位置を示す。グラフから、移動体の端末においても位置と信号を読み取ることが確認できた。

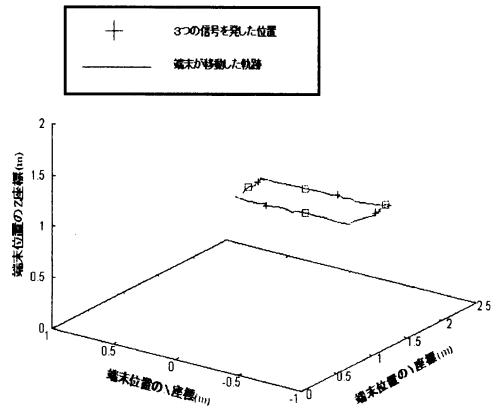


図8 実験結果

4. まとめ

本稿では、距離画像カメラと再帰反射率変調通信端末を組み合わせた追尾システムを提案した。また、基礎データとして、反射シートとコーナーキューブとの光強度を計測した。更に、実際に端末を2次元平面に移動するステージ上に配置し、移動端末の追尾と、端末からの信号を認識する実験を行ない、実際に追尾をしつつ、端末の信号を確認することができた。

文献

- [1] 中村嘉志、伊藤日出男、西村拓一、山本吉伸、中島秀之 “無電源小型情報端末 Cobit による近距離情報支援の実現” 情報処理学会知的都市基盤研究グループ研究報告, pp.1-7 (2004).
- [2] 小杉一貴、伊藤日出男、西村拓一、中村嘉志 “複数の空間ビーム投射装置とレーザレダによる連続個別情報支援” Optics Japan 2004 pp.140-141 (2004).
- [3] 西村拓一、中村嘉志、伊藤日出男、山本吉伸、中島秀之 “インタラクティブ情報支援のための各種無電源小型情報端末” 人工知能学会 2B3-04 (2003)