

可視光通信とGPSによる 高精度屋内外案内システム

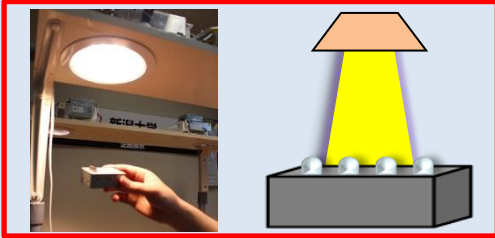
新潟大学工学部情報工学科
新潟大学大学院自然科学研究科
代表 牧野秀夫

中澤陽平(D2), 小山拓巳(M2), 若槻裕太(M2)
渋谷祐太(M2), 椎名俊憲(M1), 吉井孝侑(M1)
野田祥平(B4), 中村浩之(B4)

URL: <http://www.gis.ie.niigata-u.ac.jp/index.html>

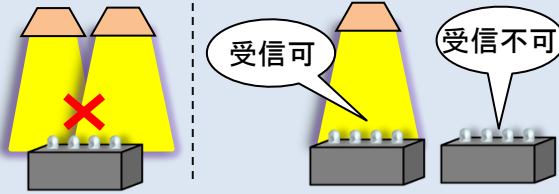
従来の可視光通信

フォトセンサを用いて信号を受信



しかし...

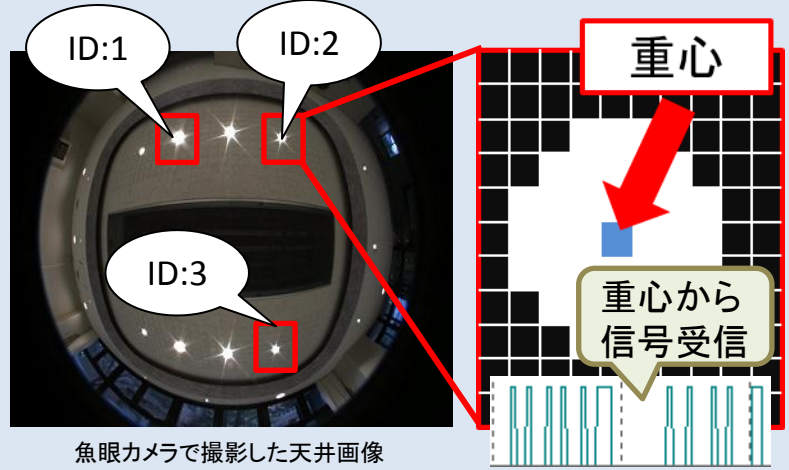
- ・複数信号の同時受信が困難
 - ・受信範囲が制限される
- } 等の問題点



魚眼カメラを用いた可視光通信

広範囲・多数の信号を同時に取得

画角の大きい魚眼カメラを用いて広範囲のLEDを捕捉し、CMOSイメージセンサで信号を復号



魚眼カメラで撮影した天井画像

魚眼カメラ

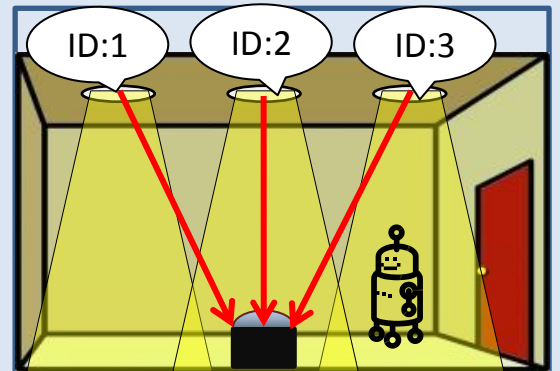
仕様

解像度 : 256 × 240 [pixels]
フレームレート : 4.0[kHz]
サンプリングレート : 48[kHz]
実効画角 : 133° (水平), 131° (垂直)
外形寸法 : 5.0(D) × 5.0(W) × 4.1(H)
[cm]
重量 : 72.0[g]
インターフェース : USB(2.0)



位置推定

求めた複数の重心の方向や位置
関係から画像処理でユーザの
位置・姿勢を精度10cm以内(※)で推定

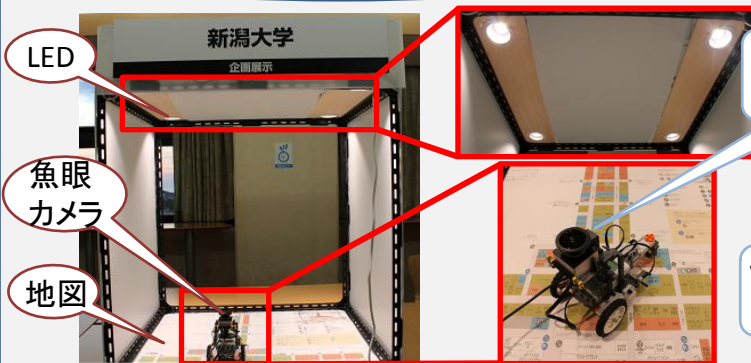


※天井-魚眼カメラ間2.0mでの精度

デモ

魚眼カメラによる位置推定 + 地図表示

魚眼カメラによる位置推定



地図表示



ディスプレイ
に位置表示

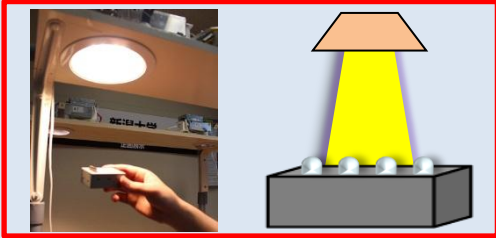
Precision indoor/outdoor guidance system by visible-light communications and GPS

Hideo Makino†, Yohei Nakazawa††, Takumi Koyama††, Yuta Wakatsuki††, Yuta Shibuya††, Toshinori Shin††, Takayuki Yoshi††, Shouhei Noda†, Hiroyuki Nakamura†

†Department of Information Engineering, Niigata University ††School of Science and Technology, Niigata University
URL: <http://www.gis.ie.niigata-u.ac.jp/index.html>

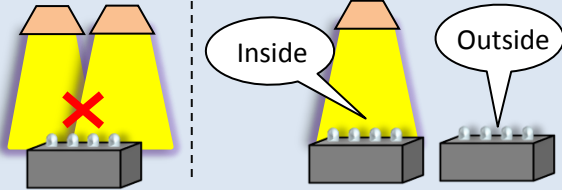
Old: Photo sensor for VLC

Photo sensors receive signal.



Problems:

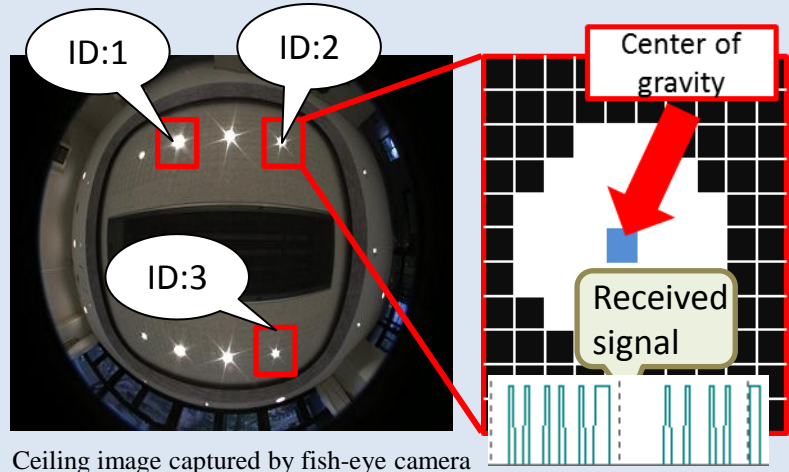
- Unable to capture multiple signals simultaneously.
- Scope is limited.



New: Fish-eye lens equipped camera for VLC

Provides simultaneous multiple LED signal-reception, over a broad area.

Decode signal via CMOS image sensor.



Ceiling image captured by fish-eye camera

Fish-eye lens camera

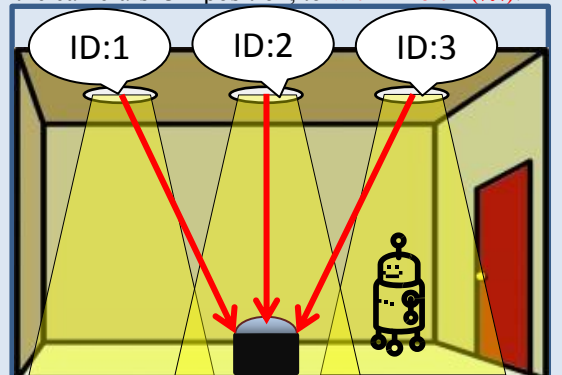
Specifications:

Resolution: 256×240 [pixels]
frame rate: 4.0[kHz]
Sampling rate: 48 [kHz]
Effective angle of view:
133° (horizontal), 131° (vertical)
Outer dimensions:
5.0(D)×5.0(W)×4.1(H) [cm]
Weight: 72.0[g]
Interface: USB(2.0)



Position estimation

From the direction and position of calculated multiple centers of gravity, it is possible to estimate the camera's 3D position, to **within 10 cm**(※).



※ The distance between the camera and ceiling measures 2.0m

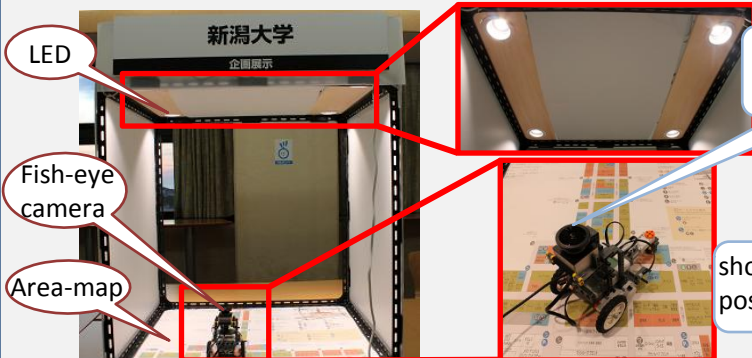
Demonstration

Position estimation via camera



Area-map

Position estimation via camera



show estimate position on the display

Area-map



可視光通信とGPSによる 高精度屋内外案内システム

新潟大学工学部情報工学科
新潟大学大学院自然科学研究科
代表 牧野秀夫

中澤陽平(D2), 小山拓己(M2), 若槻裕太(M2)
澁谷祐太(M2), 椎名俊憲(M1), 吉井孝信(M1)
野田祥平(B4), 中村浩之(B4)

<http://www.gis.ie.niigata-u.ac.jp/index.html>

屋外案内

従来 ⇒ GPS
将来 ⇒ GNSS + QZSS

メリット

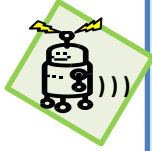
広範囲かつ高精度な案内が実現!!

衛星が増え、
補強信号も受信
できるように!!



屋内案内

GPSが使えない
⇒ 可視光通信は使える



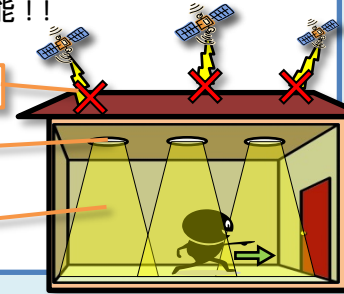
可視光通信とは？

照明光を利用して情報を送信する
⇒ 案内に利用可能!!

GPS信号は屋根で遮断

照明器具

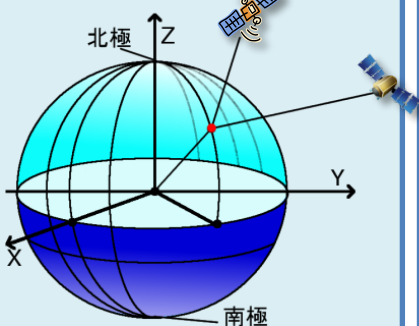
位置情報を送信



GNSS

地球全体を対象とした
衛星測位システムの総称
例)GPS(アメリカ), GLONASS(ロシア),
Galileo(EU), BeiDou(中国)

他に日本周辺での利用を目的として
打ち上げられた
準天頂衛星“みちびき”がある



準天頂衛星(QZSS)

準天頂衛星とは？

日本で常に天頂近くに1機の衛星
が見えるように配置された衛星を利用する衛星システム

準天頂衛星のメリット

障害物の少ない
ほぼ真上から
受信可能
⇒GPS補完

GPSの誤差を修正
する信号を送信し、
高精度な測位が可能
⇒GPS補強



ナビゲーション

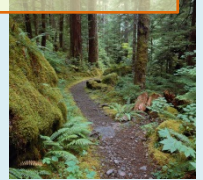
日本は国土面積が狭く、建物が密集
している

⇒観測可能な衛星数が限られる
GNSSとQZSSにより衛星が増加
⇒色々な場所でナビが使える!!

ビルの谷間



山間部

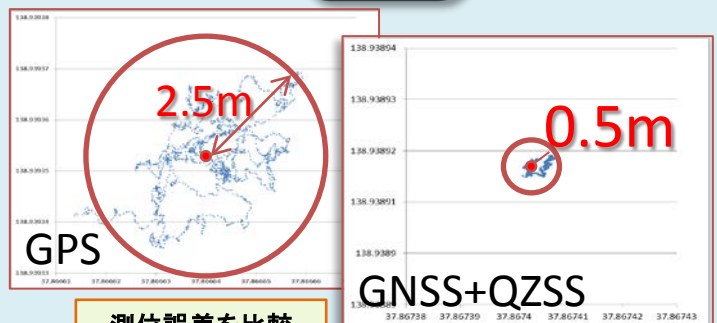


スマートフォン用
ナビゲーションアプリ

GNSS, QZSS測位精度

周辺環境と各測位方法

遮蔽物	GPS	GPS+QZSS	GNSS+QZSS
なし	○	○	○
住宅街	△	△	○
ビル	×	△	△



測位誤差を比較

計測場所: 新潟大学情報理工棟屋上

Precise indoor/outdoor guidance system using visible light communication and GPS

Hideo Makino†, Yohei Nakazawa††, Takumi Koyama††, Yuta Wakatsuki††, Yuta Shibuya††, Toshinori Shina††, Takayuki Yoshi††, Shouhei Noda†, Hiroyuki Nakamura†

†Department of Information Engineering, Niigata University ††School of Science and Technology, Niigata University
<http://www.gis.ie.niigata-u.ac.jp/index.html>

Outdoor guidance

Currently ⇒ GPS
 Next gen. ⇒ **GNSS + QZSS**
Advantages:

- Broad coverage
- Precise guidance

More satellites, in addition to a supplemental signal!

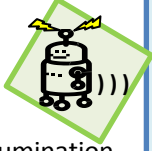


Indoor guidance

(Non-GPS)
 ⇒ Visible light communication

Function:

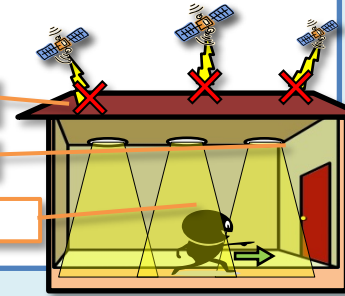
Transmit information via fluorescent/LED illumination
 ⇒ Available for precise guidance



(GPS signal is blocked.)

Illumination device

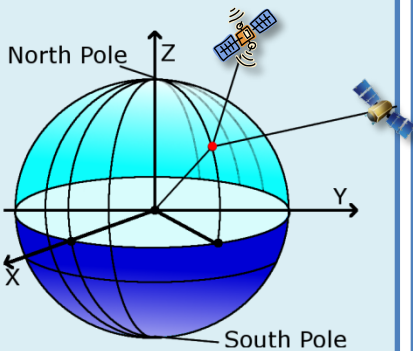
Communicate position



GNSS

Vernacular names for global satellite navigation systems:
U.S.: GPS; Russia: GLONASS; EU: Galileo; China: BeiDou

Japan also has a localized system, called "Quasi Zenith Satellite System **Michibiki**".



QZSS

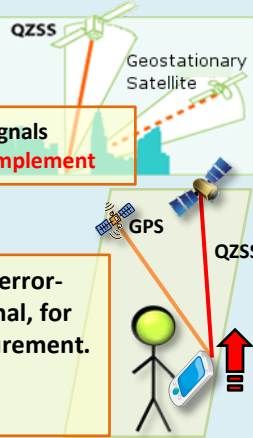
What is "QZSS"?

Japan employs the Quasi Zenith Satellite System of non-geostationary satellites. These orbit at an altitude of between 33,000 and 39,000 km. One of these devices is positioned directly over the country, at all times.

Advantages of QZSS

Unobstructed signals
 ⇒ **GPS signal complement**

Transmit GPS error-correction signal, for precise measurement.
 ⇒ **GPS signal augmentation**



Navigation

Japan's limited land area, and high population mean that buildings are clustered tightly together.

⇒ Satellites' field of view is therefore also limited.
 GNSS and QZSS enable us to increase the number of satellites in orbit.
 ⇒ We can use navigation system anywhere.

Urban sprawl



Countryside

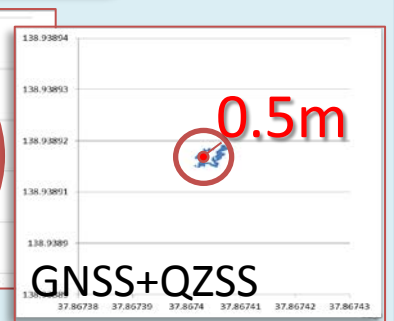
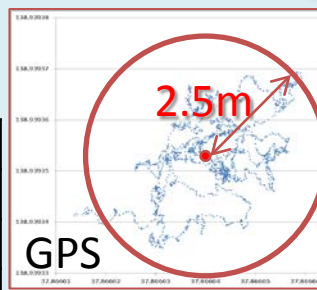


Navigation apps for smartphones

GNSS, QZSS accuracy

Measuring conditions and methods

Obstacles	GPS	GPS+QZSS	GNSS+QZSS
Open sky	○	○	○
Urban areas	△	△	○
Sky scrapers	×	△	△



Measuring point : Niigata University