

Sensor Array Based Location Detection and Human Recognition in a Multiple Human Environments

Kosuke Iwasaki[†] Ryo Ota[‡] Shoichi Ichimura[‡] Qiangfu Zhao[‡]
The University of Aizu[†]

要旨：

日本では高齢化が進んでおり、介護者不足が問題となっている。今後のために、シニアケアに機械の支援が必要となる。その解決策の一つにスマートホームがある。スマートホームを構築する際は利用者のプライバシー保護が重要である。ビデオカメラやマイクなどを設置すると、プライバシー情報も収集してしまう。そこで本研究では、簡易センサーである赤外線センサーのアレイを用いる手法を提案する。先行研究では、一人の被験者の位置推定で高い精度が得られた。本稿では被験者を複数人にして実験を行う。これは高齢者夫婦などを想定した実験である。今回は居住者の位置推定に加えて、人物推定も行う。15個のセンサーから構成されたアレイを使った実験結果は、85%以上の認識精度が得られた。

1. 実験

1.1 実験環境

実験は会津大学構内にある一つの部屋で行った。部屋の天井に15個の赤外線センサーを設置し、センサーアレイを構築した。

1.2 赤外線センサー

赤外線センサーはセンサーを中心としたある範囲内に人が存在し、行動している場合のみ1を出力する。範囲内に人がいない場合または範囲内に人はいるが行動をしていない場合は0を出力する。今回の実験では15個のセンサーを用いて実験を行う。センサーは約60Hzに設定している。

1.3 センサーアレイ

センサーアレイは部屋の天井に設置した15個の赤外線センサーで構築した。赤外線センサーアレイを図1に示した。センサーアレイを構築することで一つのセンサーの出力が欠損しても他のセンサーで補完することができる。また、一つのセンサーでは位置推定や人物推定をすることはできないが、センサーアレイを構築する

ことで複数人の場合でもそれらを認識することが可能であることを本稿で示す。

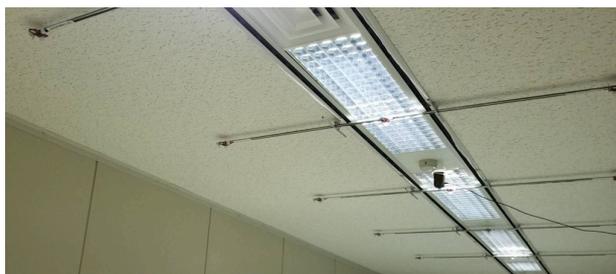


図1. 赤外線センサーを用いたセンサーアレイ

1.4 実験内容

今回の実験では同時に2人がクラッピング(BPM: 75)をする。被験者は3人である。データは3人から2人を選び、4箇所から2箇所を選ぶので、36通り存在する。

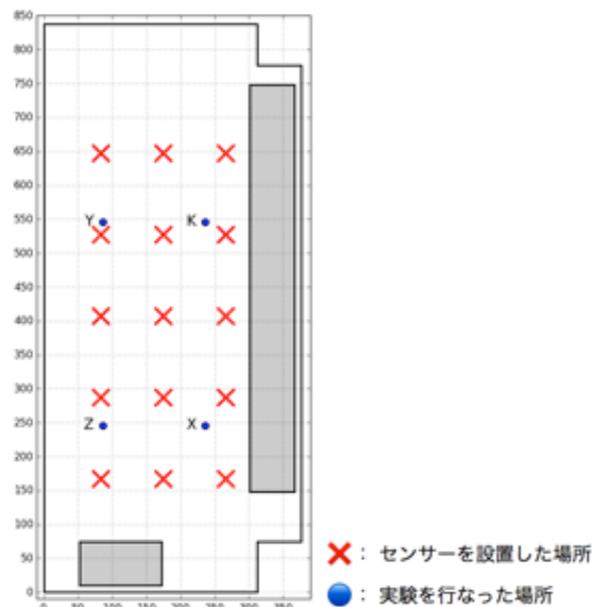


図2. センサーの構成、実験場所

1.5 実験場所

今回の実験は図2に示した4箇所(K, Y, X, Z)で行った。ZとXは150cm離れており、ZとYは300cm離れている。

1.6 Moving Average (MA)

赤外線センサーの出力はバイナリーなので、データの意味を理解することは簡単ではない。そこで用いたのが MA だ。MA を計算することで特定時間における運動の強度が得られる。

今回の実験では window size = 100 とした。

計算方法：

$$MA = \frac{P_M + P_{M-1} + \dots + P_{M-(n-1)}}{n}$$

$$= \frac{\sum_{i=0}^{n-1} P_{M-i}}{n}$$

P_M : Sensor standard output(0 or 1)

n : Window size

1.7 Multi-layer Perceptron (MLP)

MLP は日本語で多層パーセプトロンと呼ばれている。入力層と出力層の間に 1 層以上の隠れ層をもつニューラルネットワークである。今回の実験は隠れ層を 1 層で行う。入力層のニューロン数はセンサーの数なので 15 である。隠れ層のニューロン数を変化させ、その変化も観察する。

1.8 位置推定、人物推定、同時推定

- ・位置推定とは、どの場所に人がいるのかを推定することである。

- ・人物推定とは、部屋の中に誰がいるのかを認証することである。

- ・同時推定とは、誰がどの場所にいるのかを推定することである。

2. 結果

2.1 位置推定と人物推定を行う

位置推定と人物推定を行った結果を表 1 と表 2 に示した。どちらも認識精度が高く、ニューロン数が増えるごとに認識精度が高くなる傾向がある。しかし、ニューロン数を 300 より増やしても

認識精度が上がりなくなった。

Hidden Neuron	Accuracy
10	0.768248
25	0.828250
50	0.862582
100	0.879157
200	0.893219
300	0.898787
400	0.898540

表 1.
(位置推定の結果)
5 分割交差検定の
正解率の平均値

Hidden Neuron	Accuracy
10	0.808808
25	0.858168
50	0.889780
100	0.901398
200	0.915756
300	0.920604
400	0.919520

表 2.
(人物推定の結果)
5 分割交差検定の
正解率の平均値

2.2 同時推定を行う

1.4 の実験内容でも述べた通り、36 通りの分類を行う。

同時推定を行った結果を表 3 に示した。位置推定と人物推定をそれぞれ行った場合よりも認識精度は少し下がるが、それでも認識精度は高くなっている。同時推定もニューロン数が増えるごとに認識精度が高くなる傾向がある。

しかし、同時推定を行った場合はニューロン数が 300 では十分ではなかった。ニューロン数を 500 より多くしても認識精度が上がりなくなった。

Hidden Neuron	Accuracy
10	0.751387
25	0.819677
50	0.849545
100	0.871934
200	0.877334
300	0.884419
400	0.889455
500	0.891741
600	0.890421

表 3.
(同時推定の結果)
5 分割交差検定の
正解率の平均値

3. 結論

15 個のセンサーから構成されるセンサーアレイを用いて、多人数環境内における位置推定と人物推定をそれぞれ行った。どちらの実験も 85% 以上の良い結果が得られた。位置推定では、人物に影響されることなく位置推定を行うことができることが示された。人物推定では、3 人それぞれ同じ動きをしていたのにも関わらず認証することが示された。

同時推定でも高い認識精度が得られことが示された。このことから赤外線センサーのような簡易センサーでもデータを工夫することで、プライバシーを保護しつつスマートホームを構築することが可能であることが示された。