

# 人の動きの流れを用いた距離センサーによる信号の青検知

東京都立小石川中等教育学校 3-A 中村 凜太郎

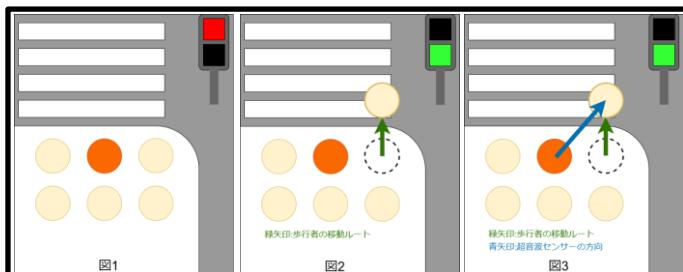
## 要旨

「信号が青になると人が動き出す」という特性に着目し、距離センサーのみを用いて歩行者信号の変化を検知するアルゴリズムを、歩行者の待機位置ごとにパターン分けして考察し、青信号を検知できる装置を開発した。正確性はまだ実用化するには至らないが、カメラでの青検知の補助などとして使用することが期待される。

## 背景

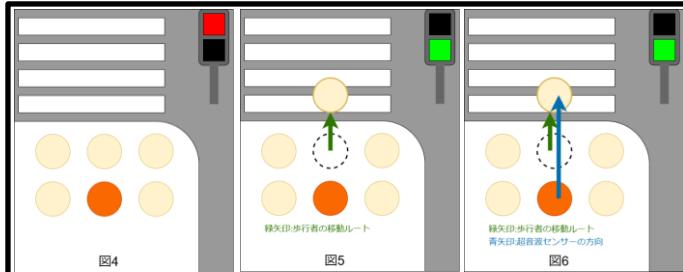
身近な交通環境の中で安全性と技術革新を両立できるテーマだと考えたからである。カメラや通信に頼らず、安価な距離センサーだけで信号の青状態を検知できれば、誰でも導入しやすく、視覚障害者支援や自律移動ロボットなど多様な分野で応用できる。さらに、人の動きという自然な現象を活用する点に新規性があり、実用性と社会的意義の両面で価値の高い研究になると感じた。

### ① Aが信号待ちの列の最前列にいる場合



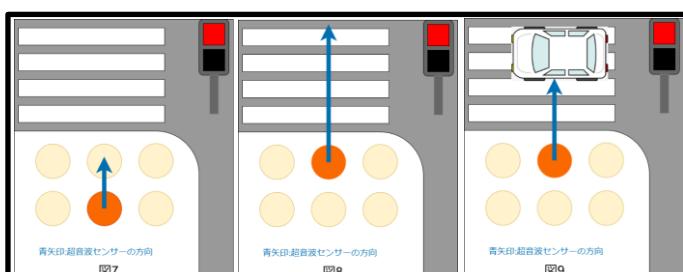
赤信号時(図1)、歩行者Aと他の歩行者が横に並んで待機している。信号が青になると、他の歩行者は前方へ歩き出す(図2)。距離センサーを車両を検知しない角度で「斜め前」に配置し(図3)、歩行者が前を通過した際の距離変化を検出する。歩行者がセンサー前を通過するのは青信号で渡り始める時のみであるため、この距離変化を利用して青信号への切り替わりを推定できる。

### ② Aが信号待ちの列の2列目以降にいる場合



赤信号時(図4)、歩行者A(オレンジの円)と他の歩行者(薄黄色の円)は横に並んで待機している。信号が青になると、他の歩行者が前へ進み始める(図5)。距離センサーを前向きに配置し(図6)、距離値の増加から歩行者の前進を検知する。Aが2列目にいる場合、距離が大きく変化するのは前方の歩行者が動いたときのみであるため、この変化を利用して青信号への切り替わりを推定できる。

### ③ ①か②か判別する方法



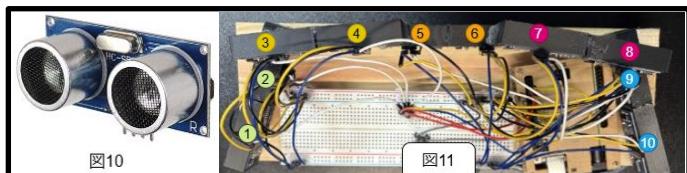
Aが最前列にいる場合(図1)と、2列目以降にいる場合(図4)は、Aの前方に歩行者がいるかどうかで区別できる。②で用いた前向き配置の距離センサーを利用して位置を判別する。

Aが2列目以降の場合(図7)、前方の歩行者までの距離が一定のため、距離センサーの値は大きく変化しない。一方、Aが最前列の場合(図8、図9)、前方に人がいないため距離は0付近になるか、車両通過により大きく変化する。この違いを解析することで、Aが最前列か2列目以降かを自動的にできる。

## 方針

青信号を検知する装置を使用する歩行者をAとして、Aの位置によってどのように青信号を検知すべきか二つに分ける  
① Aが信号待ちの列の最前列にいる場合  
② Aが信号待ちの列の2列目以降にいる場合  
そしてその分け方までを考える。そして、それを元に装置を作り正確性を評価する。

## 試作



試作装置には、超音波センサー HC-SR04(図10)を使用した。10個のセンサーを図11のように5方向へ2個ずつ配置し、Arduino UNO R3で制御を行った。青信号検知アルゴリズムに基づいてプログラムを実装し、歩行者の動きを検知できるようにした。

## 結果

実験地点	測定回数	成功回数	失敗回数	成功割合
池袋駅東口前の信号	20	6	14	30%
目白駅前の信号	20	15	5	75%
要町駅前の信号	20	14	6	70%

表 1

表1より、歩行者密度の異なる3地点(池袋:高密度、目白:中密度、要町:低密度)で実験した。検知成功率は目白が75%で最も高く、要町が70%、池袋は30%であった。

## 考察

検証の結果、青信号の検知精度は歩行者密度に大きく影響する。中密度の目白駅前では成功率75%と比較的高く、複数の歩行者が同時に動き出することで距離変化が捉えられたためと考えられる。一方、高密度の池袋駅東口前では歩行者の動きが常に多く、信号変化の特徴が埋もれて成功率は30%と低い。低密度の要町駅前は個々の動きの影響が大きいものの、背景ノイズが少ないので70%と比較的高い結果となった。また、全地点で同じしきい値を使用し、方向当たりのセンサーも2つのみであった。よって今後は、人の多さに応じたしきい値調整やセンサー数の増加、Lidarの使用により、精度向上が期待できる。

## 結論・展望

距離センサーを用いて歩行者の流れから信号の青点灯を検知する手法を提案・検証した。その結果、歩行者密度が中程度の環境で最も高い検知成功率が得られ、過密または過疎環境では精度が低下することが分かった。今はまだ安全性や正確性は不安定なため、実用性は少ないが、歩行者密度に応じた動的な閾値調整や複数センサーの協調による高精度化を進めることで、都市部のスマート信号制御や安全支援システムへの応用、カメラなどを用いた信号の青検知の補助役として期待される。

### 今回書いたプログラム

[https://github.com/RintaroNakamura142/DetectionBlueSignalProgramme/blob/main/Detection\\_BlueSignal\\_Programme.ino](https://github.com/RintaroNakamura142/DetectionBlueSignalProgramme/blob/main/Detection_BlueSignal_Programme.ino)