

仮想信号機による十字路交差点の交通整理

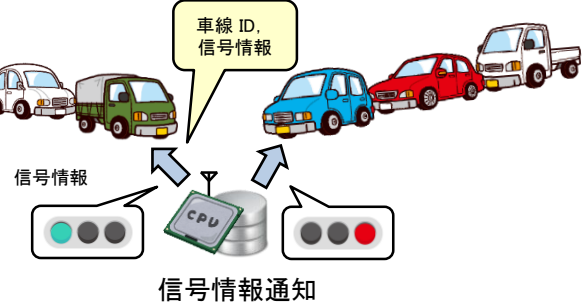
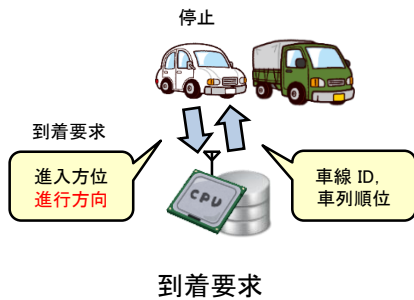
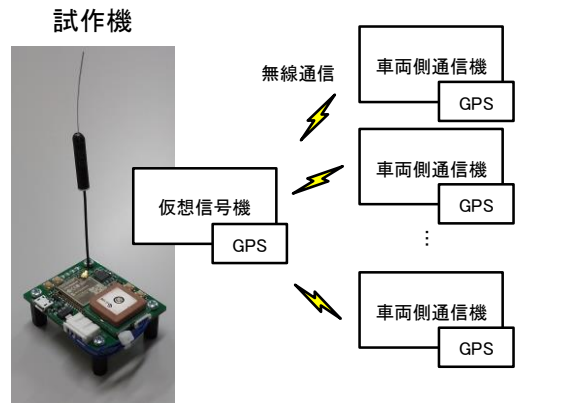
仮想信号機

【システム構成】

- 2 系統の無線通信機により構成
 - 仮想信号機 ※交差点の路肩に設置
 - 車両側通信機 ※汎用的に各種アプリケーションに利用

【通信プロトコル】

- 交差点に到着した車両が到着要求
⇒ 車列リストを作成
- (車列リストに基づいて信号情報 (進行/停止) を生成)
- 仮想信号機が信号情報を配信



- 各車両が GPS 情報から自身の進入方位を算出
- 仮想信号機は車線 ID および車列順位を各車両に応答

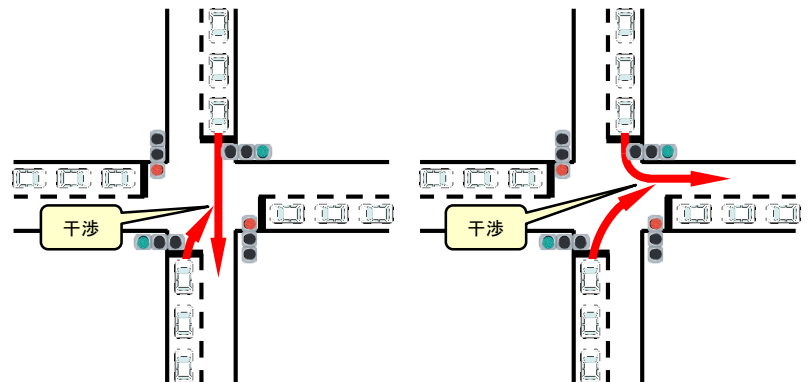
- 進行信号車線の先頭車両は出発
- 後続車両は車列順位を繰り上げ

既存の交通流制御の問題点

- 道路交通法においては直進/左折車両を優先
⇒ 先頭車両が右折車両だと、いつになっても後続車両が進行できないケースが発生

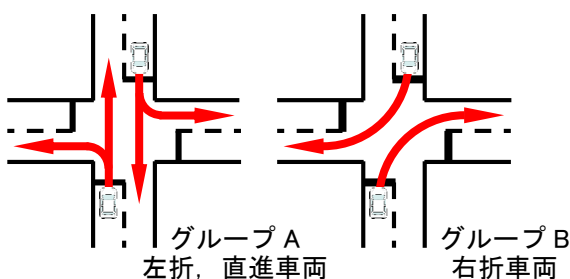


- 右折車両優先の方が全体として効率的な場面も
⇒ **全車両の進行方向が分かってこそ判断可**
※それが分からない状況においては
既存手法も理にかなっている (≠ 最適)



進行方向を考慮した交通流制御

【進行方向の定義】

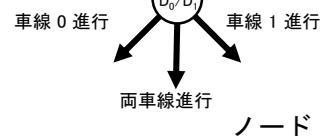


【先頭車両の進行方向と行動の定義】

車線 0	車線 1	先頭車両の行動
A	A	両車線進行
B	B	両車線進行
A	B	車線 0 進行/車線 1 進行
B	A	車線 0 進行/車線 1 進行
A	N	車線 0 進行
N	A	車線 1 進行
B	N	車線 0 進行
N	B	車線 1 進行

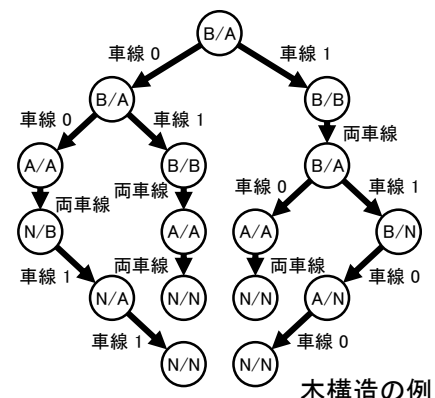
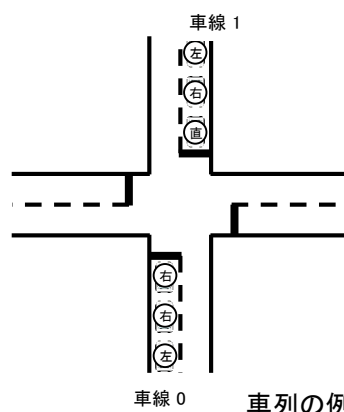
【通行パターンの木構造表現】

D_0 : 車線 0 の先頭車両の進行方向 (グループ)
 D_1 : 車線 1 の先頭車両の進行方向 (グループ)



進行する毎に所要時間/待機時間を積算しながら深さ方向に探索

通行パターンを生成



待機車両なし

Wi-Fi による初期実装

Wi-Fi モジュールを搭載したマイコン
ESP32-WROOM-32U を使用

対応通信規格：IEEE802.11b/g/n

仮想信号機および車両側通信機の
双方に同デバイスを導入

⇒ 提案通信プロトコルによって
交通整理可能であることを確認



マイコン
ESP32-
WROOM-32U

【建物障害物あり環境における通信特性】

両通信機間の通信確立距離

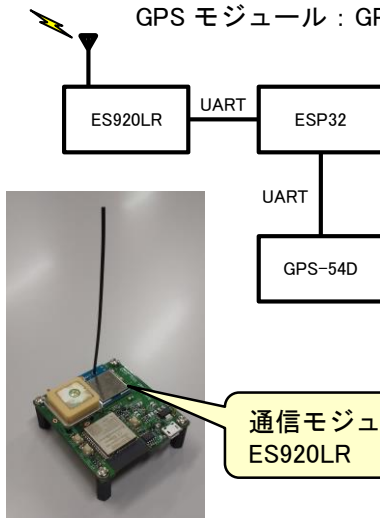
車速 [km/h]	最大 [m]	最小 [m]	平均 [m]
20	112.0	83.0	102.5

事前の情報共有には不十分

LPWA による再実装

【仮想信号機】

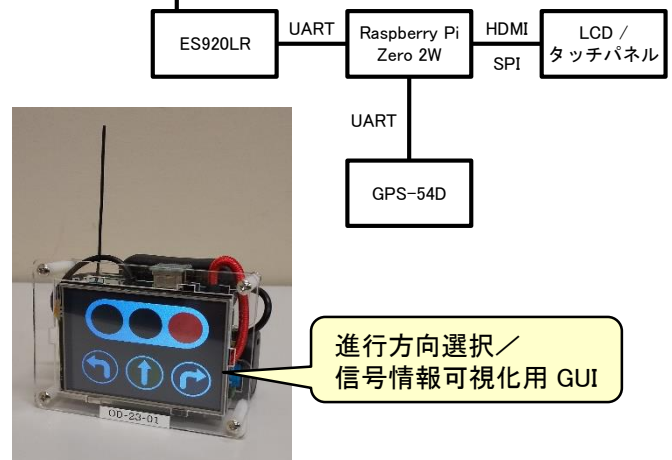
通信モジュール：ES920LR
コントローラ：ESP32-WROOM-32E
GPS モジュール：GPS-54D



通信モジュール
ES920LR

【車両側通信機】

通信モジュール：ES920LR
コントローラ：Raspberry Pi Zero 2W
GPS モジュール：GPS-54D



進行方向選択/
信号情報可視化用 GUI

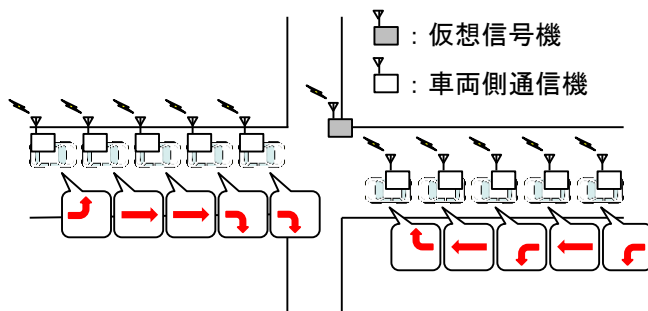
実証実験

【静的車列の交通流制御実験】

実験場所：秋田県上小阿仁村の十字路交差点

実験環境：

車両 10 台からなる物理的な車列をあらかじめ形成
⇒ 進行方向を運転者が選択した時点で制御を開始



【実験結果】

LPWA 通信モジュールが
使いこなせていないことが原因

アドレス配布および交通流制御の所要時間（試行 4）

	所要時間				
ネットワーク アドレスの配布 [s]	車両 1	車両 2	車両 3	車両 4	車両 5
	-	1.74	3.656	0.840	13.686
交通流制御 [s]	車両 6	車両 7	車両 8	車両 9	車両 10
	0.792	2.484	0.838	13.512	-
	50.340				

- 最大で 8 台のネットワーク接続を確認
- ネットワークアドレスの配布に時間を要したため、到着するたびに同車両に進行の信号を发出
⇒ 実質的に 1 台ずつの交通流制御
- 試行 4 においては、2 台の車列（グループ A, B）の形成に成功

⇒ 車線 0, 1 の順に
交通流制御を
実行したことを
確認

