

# 自動運転車両の環境監視用センサ故障を想定した縮退運転システム

Dynamic Driving Task Fallback System for an Automated Vehicle Encountering Sensor Failure in Monitoring Driving Environment

## 概要 Introduction

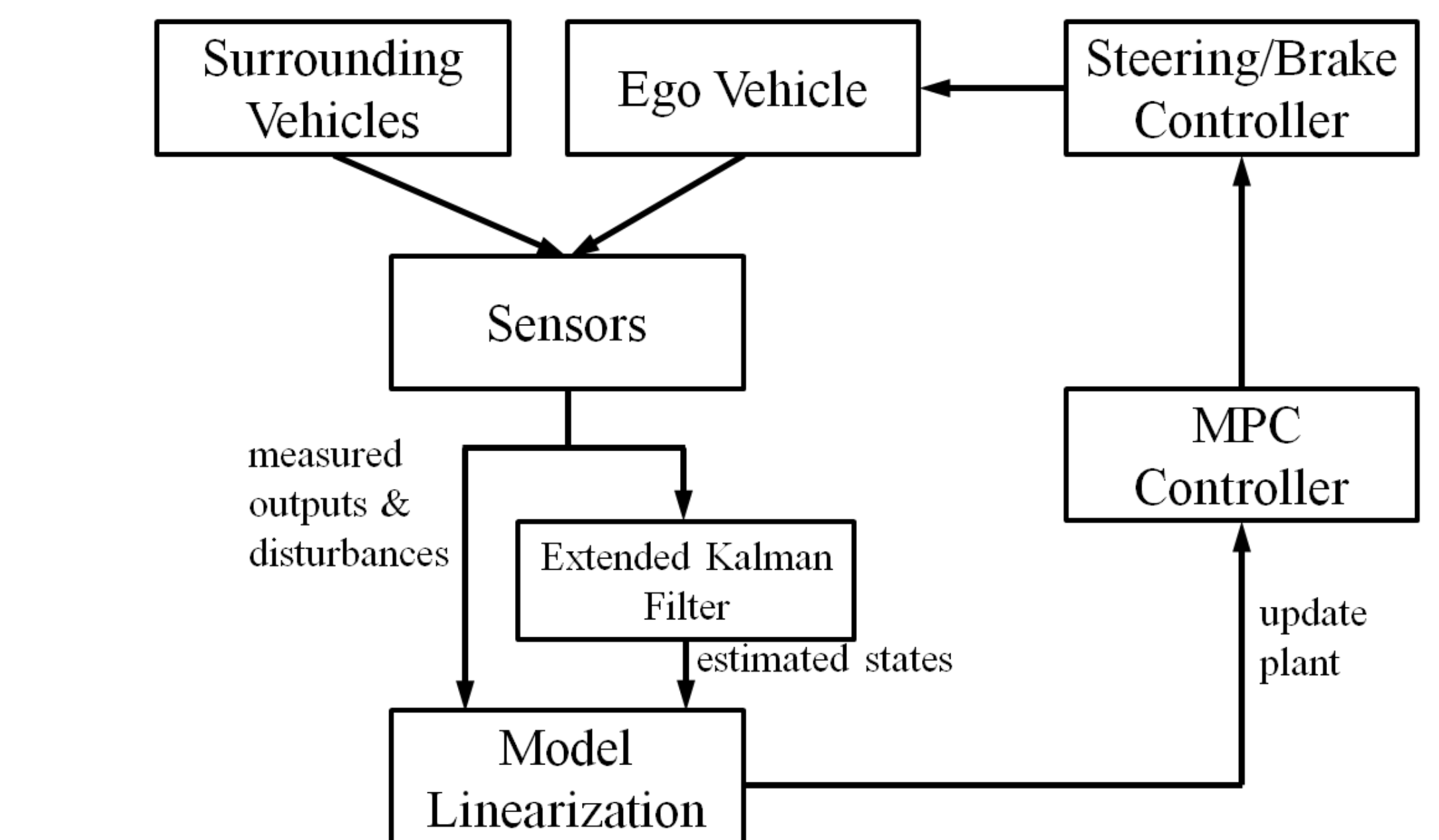
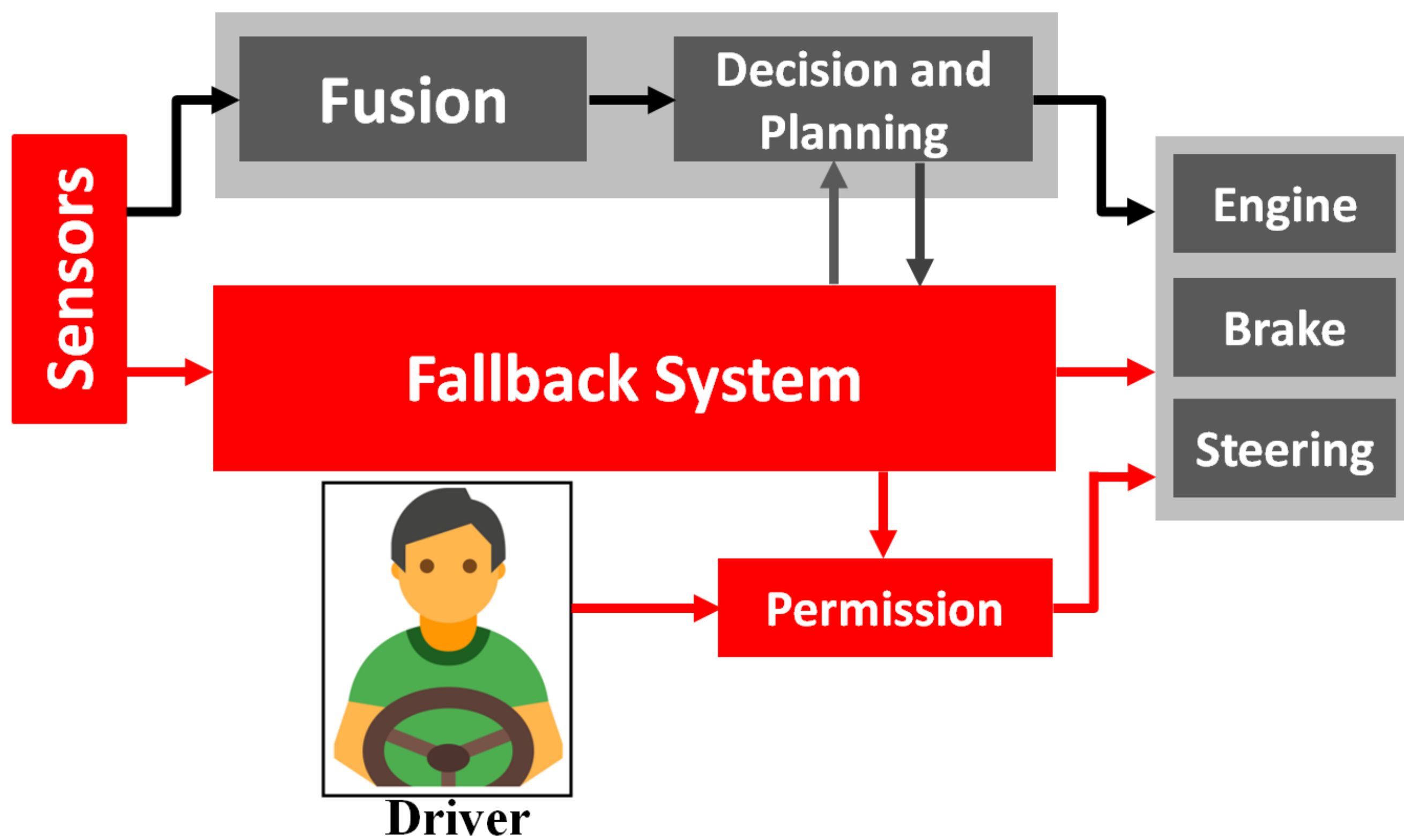
縮退運転システムとは、自動運転車両がセンサー故障に遭遇して元の走行作業を続行できない場合に機能するフェイルセーフシステムである。この場合に縮退運転システムは車両を引き継ぐことになる。このシステムは、高速道路で故障が発生した車両を安全に車線を離れて、最後に停車する過程に適用される。その有効性を数値シミュレーションによって示す。



Movie of the fallback control

## 制御アルゴリズム Dynamic control algorithm

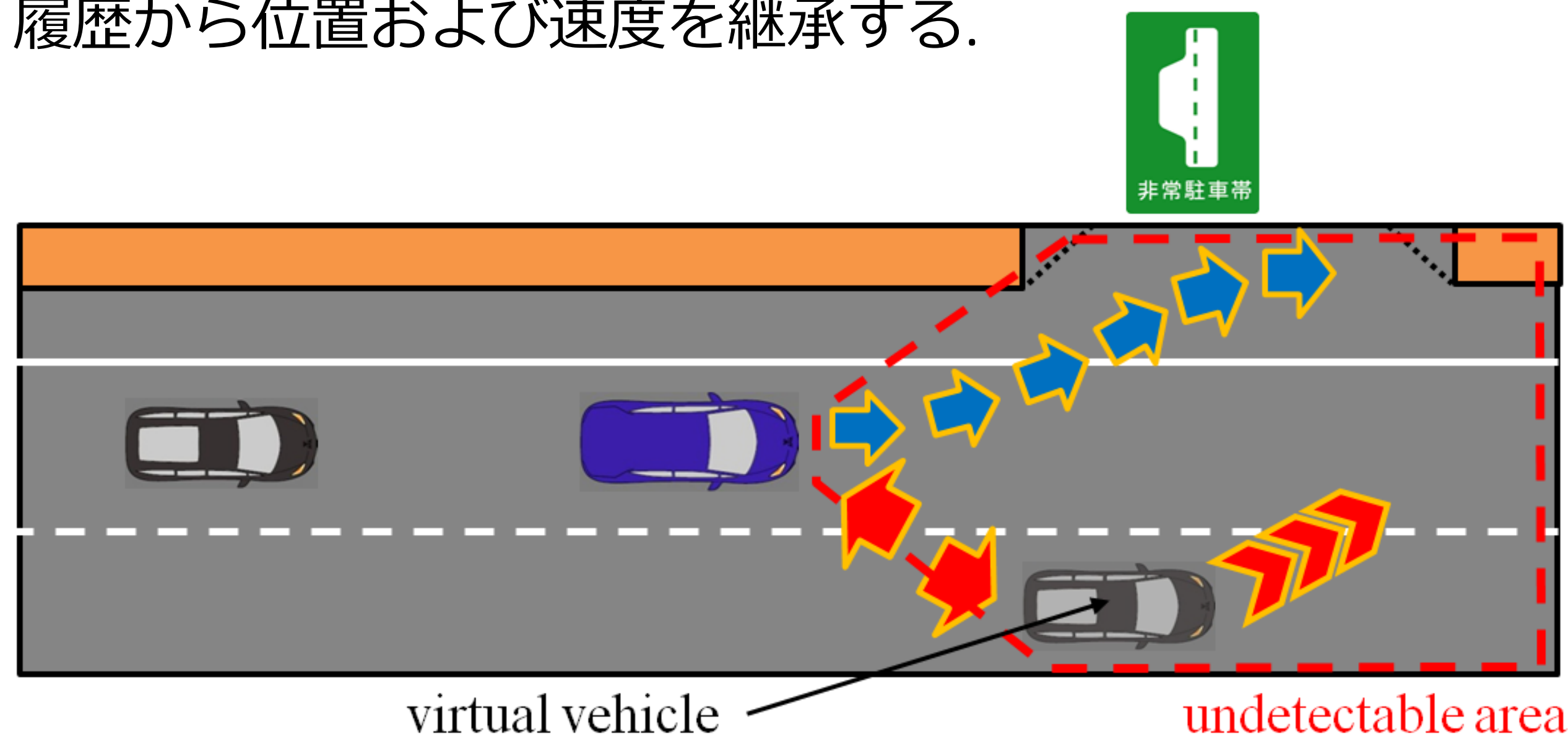
センサーの計測値および拡張カルマンフィルタによって推定された状態から、線形化車両モデルを構築する。その後、線形化モデルを使用して、モデル予測制御 (MPC) に必要な車両プラントを作成する。MPC制御器は最適化された指令値を車両の操作系に送信し、最適化走行制御を実現する。



## センサー故障及び仮想車両法

Sensor malfunction and virtual lead vehicle scheme

センサー故障等により、自動運転車が環境を検知できなくなることがある。仮想車両法とは、検知できなくなった車を仮想車両で入れ替える方法である。仮想車両は故障した車両の履歴から位置および速度を継承する。



仮想車両は危険な運動パターンに従って自車に接近するように設定される。上の画像例では、自車と同じ車線に変更しながら減速することにより、仮想車両（グレー）が自車（青色）に接近する。

## 安全車間距離 Safe inter-vehicle distance

TTC (Time to Collision)が、運転者の反応時間、ブレーキ機能時間および減速に必要な最小時間の合計よりも大きい場合のみ、安全とみなして、縮退運転システムは車両の制御を行う。

$$TTC > \tau_r + \tau_f + \frac{\Delta v}{a_m}$$

## Publications

W. Xue, B. Yang, T. Kaizuka, K. Nakano, "A Fallback Approach for an Automated Vehicle Encountering Sensor Failure in Monitoring Environment" in The 29th IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Chang Shu, Jun. 2018.

Xue, W., Zheng, R., Yang, B., Wang, Z., Kaizuka, T. and Nakano, K. (2019), "An adaptive model predictive approach for automated vehicle control in fallback procedure based on virtual vehicle scheme", Journal of Intelligent and Connected Vehicles, Vol. 2 No. 2, pp. 67-77.

## シミュレーション結果 Simulation results

