

自動車の自動運転システム

自動車の自動運転システム調査専門委員会編

目 次

1. まえがき	3	3.4 自動運転と通信	21
2. 自動運転システム概論	3	3.5 車群走行制御技術	26
2.1 自動車の自動運転システムの変遷	3	3.6 道路の知能化	32
2.2 第1期の自動運転システム	3	4. 自動運転システムの技術的課題と解決への	
2.3 第2期の自動運転システム	4	アプローチ	37
2.4 第3期の自動運転システム	4	4.1 ステアバイワイヤシステムの機能安全	37
2.5 第4期の自動運転システム	5	4.2 鉄道の信号システムに見る高安全設計技術	42
3. 自動運転システムの要素技術	8	4.3 航空機の制御	47
3.1 車両周辺環境のセンシング	8	4.4 アダプティブ・オートメーション	53
3.2 自車位置認識と経路地図	11	5. あとがき	60
3.3 車両の走行制御	16		

自動車の自動運転システム調査専門委員会委員

委員長	津川 定之	(名城大学)	委員	関 馨	(日本自動車研究所)
幹事	加藤 晋	(産業技術総合研究所)		関 義朗	(東芝)
幹事補佐	橋本 尚久	(同上)		津村 俊弘	(津村総合研究所)
委員	猪熊 康夫	(中日本高速道路㈱)		野崎 敬策	(交通ジャーナリスト)
	大前 学	(慶應義塾大学)		保坂 明夫	(道路新産業機構)
	川邊 武俊	(九州大学)		涌井 文雄	(日本大学)
	菅沼 直樹	(金沢大学)			(五十音順)
協力者	稲垣 敏之	(筑波大学)	協力者	佐藤 吉信	(東京海上大学)
	金井 喜美雄	(日産自動車)		平栗 滋人	(鉄道総合技術研究所)
					(五十音順)

1. まえがき

自動車の自動運転システム⁽¹⁾⁽²⁾は、ヒューマンドライバが運転するときに行う認知・判断・操作をすべて機械が行うシステムで、自動車交通へのオートメーションの導入であり、その目的は自動車交通の安全と効率の両立にある。安全に関しては、機械による認知・判断・操作によって、ヒューマンドライバのもつ遅れ、不確実さが排除され、自動車交通事故の原因の 90%以上を占めるヒューマンエラーを排除することができ、したがって自動運転は自動車交通の安全に大きく寄与することが可能である。効率に関しては、自動運転時の精密なラテラル制御（ハンドル制御）によって車両は狭いレーンを走行することが可能となり、これは道路の車線数の増加を意味する。また精密なロングitudinal制御（車速制御、車間距離制御）によって小さな車間距離での走行が可能となり、これはレーンあたりの交通量の増加を意味する。すなわち自動運転によって道路容量を増すことができ、渋滞発生を抑制することが可能となる。さらに小さな車間距離で車群を走行させると、特に高速走行時は空気抵抗を減らすことが可能となり、自動運転は省エネルギー化にも寄与する。これらの精密な車両の制御はヒューマンドライバには不可能なことである。さらに、自動運転システムやその要素技術に基づく運転支援システムは、ヒューマンドライバの運転時の負荷を低減することにもなる。

この技術報告は、1950 年代からの自動車の自動運転システムの技術だけでなく、自動車の自動運転システムの実用化にあたって考慮すべき課題について航空機や鉄道など他の交通機械における動向についてまとめたものである。

(津川 定之)

参 考 文 献

- (1) 津川定之：「自動車の自動運転技術の変遷」，自動車技術，Vol. 60, No. 10, pp. 4-9 (2006)。
- (2) 津川定之：「自動車の自動運転システムー自動車とロボットの接点ー」，自動車技術，Vol. 64, no. 5, pp. 25-30 (2010)。

2. 自動運転システム概論

2.1 自動車の自動運転システムの変遷

世界で最初の自動車の自動運転⁽¹⁾⁽²⁾の提案は、おそらく 1939 年に米国ニューヨークで開催された世界博に GM が出展した Futurama であろう。Futurama とは Future と Panorama の合成語で自動車の自動運転だけでなく未来の社会や生活全般を示す単語である。しかしながら Futurama には自動車交通問題の解決手段としての自動運転の考えはなかったようである。

自動車の自動運転の研究が自動車交通問題を解決することを目的として最初に開始されたのは 1950 年代の米国である。その発端は、吹雪のフィリーウェイで発生した悲惨な交通事故を知った、当時の RCA の副社長ツボルキン⁽³⁾の提案とされている。本稿の参考文献⁽³⁾に RCA Review があるのはその証であろう。

自動車の自動運転システムは、その方式によって自律型 (autonomous system) と協調型 (cooperative system) に分類される。自律型システムとは、車載のインテリジェンスを用いた方式であるが、たとえばレーンマークやガードレールなど自動運転を目的として設けられたのではない道路側の既存の設備、GPS や精密なデジタル道路地図を利用するシステムも自律型に分類する。いっぽう、協調型システムとは、誘導ケーブルや磁気マーカ列など自動運転のために道路側に設けられたインテリジェンスと車載のインテリジェンスの協調による方式である。

筆者は、1950 年代後半から始まる自動運転システムに関する研究の歴史を、用いられた技術と時代背景によって、1950 年代から 1960 年代にかけての第 1 期、1970 年代から 1980 年代にかけての第 2 期、1980 年代後半から 1990 年代後半までの第 3 期、21 世紀に入ってから第 4 期に分けている⁽¹⁾。第 1 期の特徴は路車協調型、第 2 期の特徴は自律型、第 3 期の特徴は ITS プロジェクトにおける各種方式の試用、第 4 期の特徴は実用化を目指した両方式の使い分けといえることができる。

2.2 第 1 期の自動運転システム

第 1 期の自動運転システムでは、道路に誘導ケーブルを敷設してラテラル制御を行う協調システムである。1950 年代末から 60 年代にかけて米国の RCA⁽³⁾、ゼネラルモーターズ⁽⁴⁾、オハイオ州立大学⁽⁵⁾、英国の道路交通研究所、ドイツのジューメンス⁽⁶⁾などで研究が行われた。わが国では 1960 年代前半に機械技術研究所（現産業技術総合研究所）⁽⁷⁾で研究が行われ、その自動操縦車（図 2.1）は 1967 年にはテストコース上で 100km/h で走行した。

誘導ケーブルを用いたシステムは、能動的に走行コースを示すという利点をもつが、走路への誘導ケーブルの埋設と交流電流の供給という欠点のために、限定された場所、たとえばテストコースにおける自動車の各種試験⁽⁸⁾⁽⁹⁾など