

# DSRC ベース次世代 ITS の構築方策について

## ESTABLISHMENT OF NEXT-GENERATION INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS BASED ON DEDICATED SHORT RANGE COMMUNICATION

基盤施設研究本部 先端交通研究室 専任研究員 ジャン・ジンファン  
基盤施設研究本部 先端交通研究室 研究委員 ベク・ナムチョル

以前はETCSでしか使われていなかった5.8 GHz DSRCが、近年における無線技術の発展、ETCSユーザーの急増、地点検知器を中心とした既存の交通情報提供システム(ATIS)の非効率性に対する認識の拡がりにより、ATIS分野においても適用が拡大している。DSRC交通情報システムは、道路にRSEを設けてOBU搭載車の通過を検知することで、区間通行時間を測定するシステムであり、地点検知器中心の交通情報より信頼性が高いシステムとされている。そこで、本稿では、全国的に構築が活発化しているDSRC交通情報システムの現状について概観すると共に、主に道路交通情報を提供するために利用されていたDSRCベースITSを、信号交差点や、悪天候時の危険道路に関する情報を提供したり、効率性の高い物流(logistics)システムの構築等の分野に拡大適用する方策について考察する。また、DSRCベースITSに関するKICT-JICEの共同研究の方策について提案する。

Key Words: DSRC、ITS、RSE、OBU、移動性、安全性、物流効率性

### 1. DSRC ベース ITS 導入の背景

1990年代の初め、道路交通の効率性と安全性を高めるために高速道路を中心に導入が始まったITSは、2008年末現在、全国の高速・一般国道の約5,200km(約30%)に構築されている。これにより、道路交通の状況が大きく改善され、一般国道ITSのここ10年間の累積便益は約6,000億ウォン、費用便益比(B/C)は約2.41に上る。

表-1 ITS 構築の現況 (2008年末時点)

区分	道路延長(km)	ITS 構築延長(km)	比率(%)
高速道路	3,368	3,368	100
一般国道	13,832	1,909	14

しかし、この交通情報システムは、外形的には拡大しているが、車両検知器(VDS)中心の構築となっているため、情報の信頼度が低い。その一方で、情報通信技術の発達により、道路利用者の交通情報ニーズは高まっている。このような状況の中、2002年から、データ伝送速度1Mbpsの5.8 GHz DSRC(5.795 ~ 5.815 GHz)ベース自動料金徴収システム「Hi-Passシステム」の構築が始まると共に、On-Board Unit(OBU)が普及(2010年05月時点で約400万台、車両登録台数約1,600万台)し、こ

れを利用した多様な交通情報提供システムも導入されている。

試験車の走行を通じて収集した通行速度を用いて、既存のVehicle Detection System(VDS)を利用した場合と、DSRCを利用した場合の、高速道路における通行速度の正確度について評価したところ、<図-1>に示すように、DSRC交通情報システムが、渋滞時に、正確度が約30%以上も高いことが分かった。また、VDSとAutomatic Vehicle Identification(AVI)と一緒に設置される一般国道ITSに、DSRC検知器(RSE)を導入すれば、2020年まで約300億ウォンの構築費と維持管理費を節減できることが分かった。

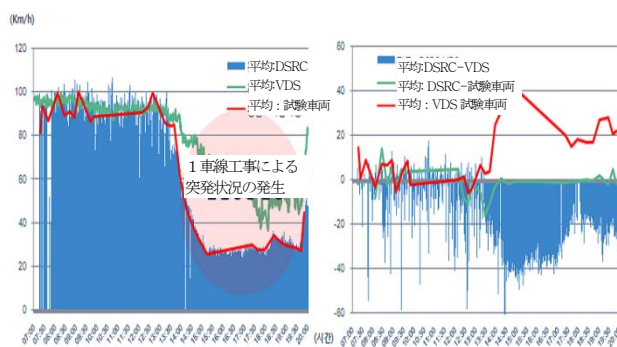


図-1 DSRC と VDS を利用した場合の交通情報の信頼度の比較

## 2. 韓国における DSRC ベース ITS 構築の現況

DSRC 交通情報システムは、<図-2>に示すように、Hi-Pass 端末を搭載した車が通過する時に、料金支払機能のない路側機(RSE)を利用して、通過車両の時刻、車種などのデータを収集し、区間通行時間情報を生成するシステムである。2008年に、高速道路約90km区間に対して試験的に導入が始まり、2009年末現在、高速道路の約1,000km、一般国道の約30km区間に構築されている。今後、高速道路の全区間にDSRC交通情報システムを構築する予定である。一般国道の場合は、2010年に、約200km区間において、既存のVDS、AVI装備の老朽化(約8年経過)に伴う取り替えを行う際に、DSRC交通情報システムを導入している。また、都市部の道路も、大田市、全州市などの自治体を中心に導入が広がっている。

表-2 DSRC ベース ITS 構築の現況 (2010 年末現在)

区分	道路延長(km)	ITS 構築延長(km)	比率(%)
高速道路	約 3,500	約 1,700	50
一般国道	約 14,000	約 230	2

RSE 設置間隔は、構築対象区間の交通の特性に応じて1km - 10kmまで多様な間隔で設置されている。一般的に、渋滞が激しい道路区間は設置間隔が狭く、交通量の少ない地方部道路は広い。道路交通の特性に応じた最適な設置間隔に関する追加的な研究が必要である。

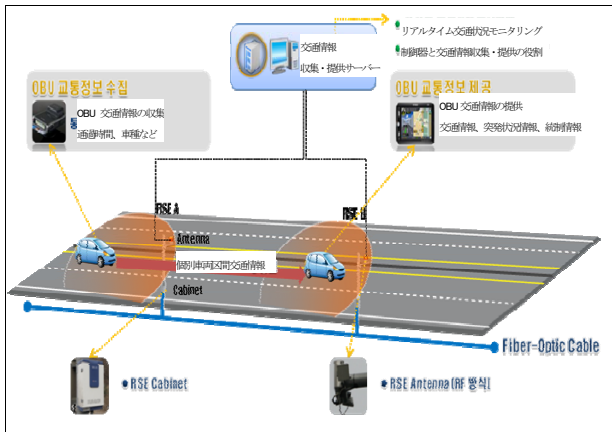


図-2 DSRC 交通情報システムの概念図

DSRC 交通情報システムの構築を通じて、現在、Hi-Pass 端末 (OBU) 搭載車に対し、区間通行速度などの情報を提供している。<図-3>には道路走行中に Car Navigation を通じて提供される交通情報の例を、<図-4>には高速道路サービスエリアで提供される交通情報の例を示した。高速道路サービスエリアでは車が停車しているため、走行中より高容量のグラフィックや文字を伝送して広域レベルの情報を提供することができる。しかし、現在の

DSRC ベース交通情報は、通行速度などの交通情報や、道路工事・事故などの突発的な状況などの単純な情報を提供するとどまっており、無線通信を用いた DSRC ベース ITS の大きなポテンシャルが十分に活かされていない。既存の有線通信ベース ITS とは違って無線通信を用いた DSRC ベース ITS の場合、関連技術を開発することで、少ない投資で交通の移動性や安全性、効率性を大きく高めることができる。



図-3 走行時の交通情報の提供



図-4 高速道路サービスエリア停車時の交通情報の提供

## 3. DSRC ベース ITS 発展の方向

本章では、交通情報を提供することで交通の移動性 (mobility) を高めるために構築された DSRC ベース ITS を、交通の安全性 (safety)、環境調和性 (green)、物流効率性 (logistics) の向上にも活用する方策について述べる。

### (1) 交差点における信号時間情報の提供

韓国の交差点のほとんどは信号交差点によって運営されるため、信号交差点を効率的に運営し、安全性を高めることは、道路交通の安全性と移動性を確保する上で欠かせないことである。現に、都市部の道路渋滞のほとんどは交差点で発生しており、道路交通事故も、韓国は約35%が、米国は約25%が交差点で発生している。



図-5 交差点における交通事故

交差点の安全性や効率性を向上するためには、黄時間を適正に運営しなければならない。一般的に、黄時間が長すぎると容量が減少し、短すぎると車両の急停止によ

り交通事故が発生する可能性が高まる。<図-6>は、長さ20mの交差点における接近車両速度に応じた適正黄時間を示したものである。<表-3>に示すように、接近車両の速度に応じて適正黄時間を運営すれば、1レーン当り約52台/時の容量を増やすことができる。

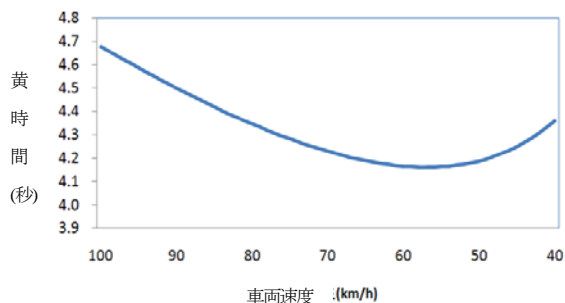


図-6 各車両速度に応じた適正黄時間（交差点の長さ 20m）

表-3 可変黄時間の適用による容量増加

Max.	4.68 秒	Min.	4.16 秒
Range	4.68 秒-4.16 秒 = 0.52 秒		
Diff.	[0.52 秒×4 表示×(90 秒(信号サイクル) ÷ 3600 秒)] ÷ 1.6 秒 ≈ 52 台/時		

また、信号交差点に接近する車に対して、現在表示中の残余信号時間、対向方向の車両進行状況などの情報を提供すれば、交差点に接近する車の不必要な急停車を減らすことができるため、交差点における追突事故などの交通事故を防止することができる。Guoyuan Wu 等の研究によると、信号交差点に接近する車両に対して残余信号時間情報を提供すれば、急停車などが減り、約 40%のCO<sub>2</sub> (GHG) を低減できるとしている。

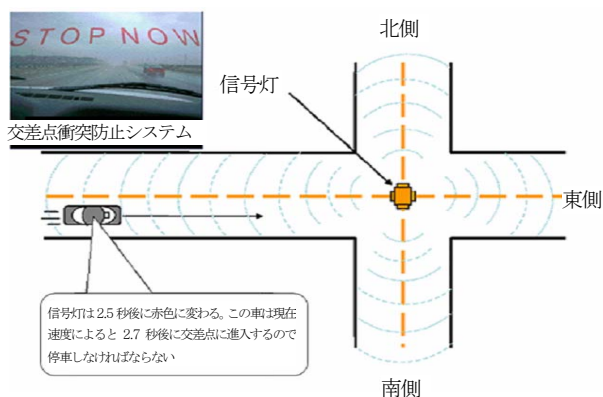


図-7 DSRC ベース信号時間情報の提供

信号時間に関する情報の提供については、<図-7>に示すように、車両の OBU と信号機 (RSE) の間のリアルタイム無線通信を通じて、現在の信号の残余時間と、他方向の車両進入状況に関する情報をリアルタイムで提供する。

## (2) 悪天候時の道路状態に関する情報の提供

気象悪化による道路交通の被害は莫大なものである。<図-8>に示すように、悪天候時は、致命的な道路交通事故が発生する可能性が高い。韓国の場合、2007 年時点の悪天候日数は全体の 8%に過ぎなかったが、悪天候による交通事故は約 25%、損失額は年間約 5,400 億ウォンに達する。



図-8 悪天候による交通事故

DSRC を利用して車両-路辺 (V2I) 間、車両-車両 (V2V) 間で無線通信を行うことができるため、路線を定期的に運行する車 (バスや道路管理車両など) に道路や路面状態を測定するセンサーやアルゴリズムを搭載することで、悪天候時の道路状態情報をリアルタイムで提供することができる。これを通じて、悪天候による道路交通事故を大きく低減できる。こうしたプローブ基盤の道路・路面状態資料は、車両の ABS、ESP、ワイパー、フォグランプ、ヘッドライトなどの Control Area Network (CAN) を用いて収集することもできるが、この方法は自動車メーカーの協力を必要とするため、短期的には実現が難しい。

<式 1>と<図-9>は、車輪速度 (wheel speed) センサー、GPS などを用いて収集した車両の角速度、絶対遷移速度、加速度などの資料を用いて、路面のすべり状態を判別するための方法論である。<式 1>の  $w_w$  は車輪の角速度 (angular speed)、 $r_w$  は有効車輪半径 (effective wheel radius)、 $v_w$  は GPS で測定した車両速度である。この方法論の基本的な考え方は、車両の減速・加速時の車輪の円周速度 (circumferential speed) と、車両の絶対速度の間で、一定水準以上の差が発生した場合、結氷や降雨、油、砂などによって路面が滑りやすいであることを示すという考え方である。この考え方のアルゴリズムを<図-9>に示した。路面状態は「正常」「すべり注意」「すべり警告」の3段階に区分する。こうして生成された情報は RSE を通じて、<図-10>に示すように、後方車両に伝達される。

$$S = \begin{cases} \frac{W_w R_w - v_w}{W_w R_w}; & \text{in acceleration} \\ \frac{v_w - W_w R_w}{v_w}; & \text{in deceleration} \end{cases} \quad (1)$$

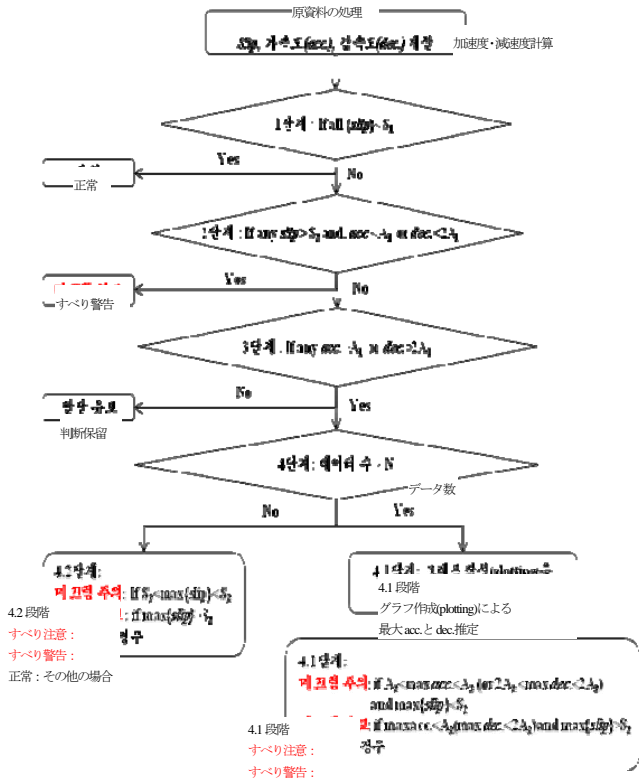


図-9 路面すべり状態判別アルゴリズム



図-10 悪天候時の道路状態情報の提供

### (3) 効率的な物流及び通関システムの構築

DSRC 技術を活用して国際物流通関システムの効率化し、<図-11>に示すように、DSRC 技術を利用してノンストップペーパレス通関システムを構築することができる。さらに、韓日両国 (KICT-JICE) の共同研究を通じて、DSRC 物流システムを構築するための標準化や、搭載物品を確認するための非破壊 scanning 技術などの関連技

術を開発することで、<図-12>に示すように、今後、アジアハイウェイ (AH1) を建設し、韓日両国の物流通関システムの効率性の極大化を図ると共に、諸外国に開発技術を適用して国際物流システムの効率性を高めることもできる。

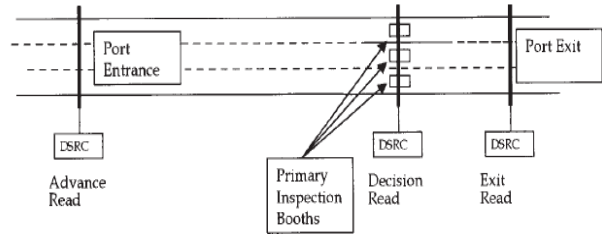


図-11 DSRC を利用した貨物通関システム (Border Clearance)



図-12 アセアンハイウェイ (AH1)

2007 年現在、韓国の物流費用は、年間約 117 兆ウォン (GDP 対比約 12%) であり、陸上交通を利用した物流輸送が約 9 割を占める。物流輸送を効率化するためには、一般の乗用車とはサイズや減速、加速能力、移動経路、走行特性が異なる貨物車の詳細な特性 (経路、通行時間など) を把握して、これを効率的な物流政策を策定するための基礎資料として活用しなければならない。貨物輸送分野において DSRC を活用することで、貨物車の運転者に貨物車の走行特性に応じた道路交通情報をリアルタイムで提供することができる。また、物流体系の改善に必要な直接的な効果を測定するための資料を収集できるため、貨物政策立案者の政策策定を支援することもできる。AH1 構築に備えて、KICT-JICE の共同研究を通じて、DSRC ベース物流システム関連技術を開発することで、両国の物流システムの効率性を高められる。

### 4. 結論及び今後の課題

本稿では、既存の地点検知器 (VDS)、道路電光標識 (VMS) 中心の道路交通情報提供システムが、ETCS を拡大による OBU の急速な普及と共に、DSRC 交通情報システムに代替されている現状と、発展方向について考察した。VDS 基盤有線通信ベース ITS が提供する交通情報の信頼性が低下している一方で、無線通信技術の発達により利用者の交通情報要求水準は高まっている。また、過度な構築・維持管理費などの問題もあり、DSRC ベー

ス ITS の導入が全国的に広がっている。老朽化した既存の検知器 (VDS、AVI) は DSRC 検知器 (RSE) に代替されている。

しかし、DSRC ベース ITS の構築は拡大しているが、リアルタイム交通情報提供システムを中心に構築が推進されているため、DSRC は道路交通分野で多様に活用されていない。そこで本稿では、無線通信を用いた V2V、V2I ベースの DSRC 交通情報システムを活用して、信号交差点における信号時間情報の提供、最適な黄時間の運営方法、悪天候時の危険道路に関する情報提供方法、効率的な貨物交通及び物流通関システム分野における活用方策について考察した。また、今後のアジアンハイウェイ構築などに備えた韓日 (KICT-JICE) 共同研究の方向についても提案した。これまで基礎的な段階に止まっている DSRC ベース ITS について、引き続き研究開発を続けることで、多様なサービスについて研究開発して、交通渋滞、交通事故、過度な物流費用など、古くからの交通問題を画期的に改善すると共に、道路交通分野における低炭素グリーン成長 (Low Carbon、Green Growth) を早期に実現することができるものと思われる。

#### 参考文献

- 1) 韓国道路公社: DSRC を用いた道路交通情報検知システム実用化技術の開発, 最終報告書, 2008.
- 2) 韓国建設技術研究院: 国道 ITS 基本計画の策定に関する研究, 最終報告書, 国土海洋部, 2008.
- 3) シム・ゼイク, ユ・ジョンボク: 2007 年における交通事故費用の推定, 韓国交通研究院, 2009.
- 4) ソ・サンボム, クォン・ヒョクク: 2007 年における国家物流費の算定及び推移に関する分析, 韓国交通研究院, 2009.
- 5) G. Wu, K. Boriboonsomsin, W. G. Zhang, M. Li, and M. Barth: Energy and Emission Benefit Comparison Between Stationary and In-Vehicle Advanced Driving Alert Systems, TRB 2010 Annual Meeting CD-ROM, National Research Council, Washington, D.C., 2010.
- 6) G. Atalla: Analysis of International Border Clearance Technologies, Transportation Research Record 1679, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1999.
- 7) F. F. Srour and D. Newton: Freight-Specific Data Derived from Intelligent Transportation Systems, Potential Uses in Planning Freight Improvement Projects, Transportation Research Record 1957, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2006
- 8) X. Dong, K. Li, J. Misener, P. Varayia, and W. Zhang: Expediting Vehicle Infrastructure Integration (EVII) , UCB-ITS-PRR-2006-20, California Partners for Advanced Transit and Highways, 2006.