



欧州のVSC検討動向

VSCの海外検討動向報告会
2004年12月21日

津川 定之
名城大学



講演の概要

- VSC :Vehicle Safety Communications ,車両安全通信
- 欧州におけるVSCに対する高い関心
- 2003年と2004年のJARIによる欧州調査
- 調査対象
 - ダイムラークライスラー (独) (2003)
 - BMW (独)
 - TNO (蘭)
 - ハンブルク工科大 (独)
 - フォルクスワーゲン (独)
 - コフィルト(仏)



欧州のVSC関連プロジェクト

- IVHW (Inter-Vehicle Hazard Warning) 2000 - 2002 ,ドイツとフランス ,危険警告
- FleetNet 2000 - 2003 ,ドイツ(BMBF) ,通信プラットフォーム
- CarTALK2000 2001 - 2004 ,EU ,協調走行応用
- INVENT VLA (Intelligenter Verkehr und nutzergerechte Technik Verkehrs Leistungs Assistenz) 2001 - 2005 ,ドイツ ,交通効率 ,協調走行
- WILLWARN 2004 - 2006 ,EU (PreVENTの一部) ,危険警告
- NOW (Network on Wheels) 2004 - 2007 ,ドイツ ,デモンストレータと標準化
- C2C-CC (Car to Car Communication Consortium) 2001 - ,民間企業 コンソーシアム ,標準化



IVHW:

Inter-Vehicle Hazard Warning

- 概要
 - 期間 :2000 – 2002
 - プロジェクト:ドイツ・フランス2国間
- 関連するプロジェクト(コフィルート)
 - AIDA
 - TRAVIATA
 - SAAV



IVHWの通信システム

■ 通信技術

- 使用周波数 :869.4 - 869.65 MHz
- 通信範囲
 - 市街路 :最大約1km ,確實約500m
 - 高速道路 :最大約2km ,確實約1km
- 全方向通信 ,受信側で取捨
 - GPSデータの利用



AIDA

- 路車間通信による情報提供
 - 交通情報
 - 道路情報
 - 天候
 - 旅行情報



TRAVIATA

- DSRC応用の車車間通信
 - AIDAと同じDSRC
 - 通信範囲 :20m
 - 100回繰り返すと50m届く可能性あり
 - 失敗であった
 - 車載通信装置 :高価



SAAV : Savoir avant de voir – *To know before to see*

- 新しいプロジェクト:SAAV
 - AIDAとIVHWの統合
 - 通信チャネル :2チャネル
- 特徴
 - 低価格
 - 通信範囲 :1km
 - 高速道路のインフラ利用



FleetNet

- 概要

- 期間 :2000-2003
- 資金 :ドイツ連邦教育研究省
- 参加機関 :自動車会社 ,通信会社 ,研究機関 ,大学

- 目的 :車車間通信のための通信プラットフォーム

- 無線マルチホップアドホックネットワーク
- 車両 :アクティブなモバイルインターネットノード

- プラットフォーム

- 直接車車間接続
- 他車を介しての中継車車間接続
- 車から定常的FleetNetゲートウェイへの接続
- 定常的FleetNetゲートウェイを介した車でのインターネット



FleetNet参加機関

- 自動車会社 ,部品会社

- ダイムラークライスラー , Bosch

- 通信会社など

- NEC ,Siemens ,Temic

- 研究機関 ,大学

- FOKUS ,ハンブルク工大 ,マンハイム大学 .
ラウンシウィク大学 ,ハノーバー大学



FleetNetの技術課題

- Forwarding/Addressing
 - 車車間通信展開に必要
 - 車車間通信による予防安全に必要
- 位置ベーストレーディング
 - 位置データが必須
- メディアアクセス制御
- 論理リンク制御
- 物理層



FleetNetの応用

- 協調型運転支援
 - 緊急状態通知
 - プラトウニング
- 分散型フローティングカーデータ
 - 動的経路誘導
 - 経路上の天気予報
- ユーザ通信と情報サービス
 - インターネットアクセス
 - モバイルオフィス



FleetNetの結果

- 位置ベーストレーディング
 - シミュレーションによる評価
 - 高速道路上では他のIETF MANETアドホックルーティングプロトコルよりもよい成績を示す
 - デジタル地図があれば,市街路でも他のアドホックルーティングプロトコルよりもよい成績を示す
- 実験
 - 6台のSmart



デモンストレータ

- デモンストレータ
 - 設計と実装
 - 車載インテグレーション
 - HMインタフェース



デモ用車両： Smart

- 実験車 :6台
 - タッチスクリーン
 - FleetNetルータ (Linux ,802.11a,b)
 - アプリケーションPC (Windows 2000)
 - ルータとPCの接続用イーサネット
 - 802.11a,bシステムとアンテナ
 - CANバスへの接続
 - 位置データ出力のためのナビゲーションシステム



NOW

- 概要
 - FleetNetの後継プロジェクト
 - 期間 2004-2007
 - 資金 :ドイツ連邦教育研究省
 - 参加機関 :DC (リーダー) ,BMW ,Audi/VW ,NEC , Siemens , FOKUS
- 目的
 - デモンストレータ
 - 標準化



NOWの課題

- 課題
 - “scaleable”なネットワーク層のプロトコル
 - “scaleable” 1台のときも普及率が低いときも高いときも適応可能な
 - データのセキュリティ
 - 例示的応用の考察
- 標準化
 - 欧州 :C2C-CCへの協力
 - 米/世界 :DSRC標準化への可能な限りの調和
- デモンストレータ
 - 概念の証明からC2C-CC標準の参照システムへ向けたデモンストレータの開発



CarTALK2000

- 概要
 - 期間 2001/8 ~ 2004/7
 - 資金 EU ,第5次フレームワークのADASE2の中
 - 参加機関 :自動車会社 ,部品会社 ,通信会社 ,研究機関
- 目的
 - 協調走行応用
- 目標
 - 車車間通信に基づく安全で快適な運転



CarTALK2000参加機関

- 自動車会社
 - ダイムラークライスラー
- 部品会社
 - Bosch
- 大学, 研究機関
 - ケルン大学, TNO, フィアット中央研究所
- 通信会社, その他
 - ジーメンスモバイル, IPVS



車車間通信が必要な理由

- 理由
 - 携帯 (自動車電話) は将来の要件に適合しない
 - タイムクリティカルなキーとなる応用は携帯 (自動車電話) ではサポートされない
 - 高速データ伝達が必要
 - インフラストラクチャ側のネットワークが不要
 - 伝送コストが不要
- 車車間通信
 - 移動形アドホック・マルチホップ・ネットワーク



TNOにおける初期の研究

- Mensor
 - 1998から
 - 赤外線を使ったシステム



TSUGAWA, 041221



欧州VSC

21



CarTALKにおける通信の検討

- 3つの候補
 - UTRA-TDD
 - 最適
 - しかし入手不可能
 - SRD (869MHz)
 - IWF (情報警告機能)に適している
 - データ速度に限界
 - WLAN
 - 802.11bは入手可能 ,デモンストレータに選択
 - 特性は理想的ではない

22



通信システム： UTRA TDD (UMTS技術)

- UMTS技術
 - 市場に大量に出ている,安価
- 非同期データ送信に関して柔軟性に富む
- 欧州で免許不要 (2010MHz – 2020MHz)
- 高速移動時対応 (500km/h)
- 高速ビットレート
- マルチパス環境サポート
- 長距離通信可能
 - ハイウェイ上 2000m ; 市街路 600m
- マルチホップ,アドホックモードで動作する

TSUGAWA, 041221

欧州VSC

23



CarTALKでのアプリケーション

- IWF :情報警告機能
 - 前方の事故,故障車
 - 渋滞
 - 道路状況モニタリング
 - 合流時などの死角支援
- CBLC :通信ベースのロングジュージナル制御システム
 - Stop&goの交通時
 - 車間維持 :操作の予測,早期ブレーキ
 - 交通流制御と交通スループット
- CODA :協調運転支援システム
 - 合流支援,織り込み支援

TSUGAWA, 041221

欧州VSC

24



IWFへの応用

■ 応用例

- 基本的な警告 :ハザードの場所
- 拡張死角支援 :合流
- 交差点支援

■ 特徴

- 自動的な介入はしない
- 法的問題 ,責任が少なくなる (ess)
- 低価格
- 簡単に市場に導入される



IWFと通信

■ IWFのデモ

- SRD 869MHz
- WLAN

■ WLANの利用

- 通信範囲 (500 – 700m)は最適ではない
- 車両最高速度時に約10秒のリードタイム (マルチホップ時には更にかかる)
- 車載用変更を加えた (送信パワー ,パワーマネージメント,など)



CBLCと通信

- CBLCのデモ
 - WLANとGPSを用いたstop&goへの応用
 - レーダ不要,したがって安価
 - GPSの精度が問題
 - このセットアップでは市場に入れられない
 - しかし動作したことはすばらしかった
- デモ :早期のブレーキ
 - 3台の隊列,先頭車がブレーキ,2台めがブレーキをかけるよりも早く3台目がブレーキをかける
 - ACCよりも効果的 (安全面とユーザアクセプタンス)

TSUGAWA, 041221

欧州VSC

27



初期効果のための普及率： 警告メッセージ受信時

交通量 (平均最小車間距離)	2レーン	3レーン	4レーン
少 (40m)	6%	5%	3%
中 (25m)	4%	3%	2%
多 (12m)	3%	2%	1.5%

出典 CarTALK2000提供資料

TSUGAWA, 041221

欧州VSC

28



市場導入の予測

■ 前提

- 毎年全車両の8%が新車となる
- 新車の通信装置積載率は毎年線形に増える

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
新車の 積載率	6%	12%	18%	24%	30%
累積 普及率	0.5%	1.5%	3%	5%	7.5%



展開へのロードマップ

- Year X
 - 標準の完成
 - 基本的技術が入手可能
- Year X+3
 - 単独車両での応用 (購入後すぐに使える)
- Year+6
 - 多数車両の安全への応用



費用対効果に関する考察[1]

■ 基本的な警告システム (IWF)

普及率	便益 Mユーロ/Y	システム費用 Mユーロ/Y	便益/費用
10%	37.52	25.69	1.46
40%	125.22	102.78	1.21
100%	298.25	256.88	1.16

TSUGAWA, 041221

欧州VSC

出典 CarTALK2000提供資料

31



費用対効果に関する考察[2]

■ 早期ブレーキング (CBLC)

普及率	便益 Mユーロ/Y	システム費用 Mユーロ/Y	便益/費用
10%	44.05	38.54	1.14
40%	613.31	154.11	3.98
100%	1038.00	385.30	2.69

TSUGAWA, 041221

欧州VSC

出典 CarTALK2000提供資料

32



わかったことと将来への展開

- 路車間通信の必要性
 - 普及率の問題の解決
 - 初期の応用, ユーザ便益がすぐに出る
 - エンタメと安全のため
- 安全な通信
 - 信頼性のある通信
 - ユーザアクセプタンス
- 現在必要なもの
 - 標準
 - 専用周波数
 - 応用の標準化 : インタオペラビリティ



INVENTプロジェクト

- 概要
 - 期間 2001/6 ~ 2005/5
 - 資金 : ドイツ連邦教育研究省
 - 参加機関 : 自動車会社, 部品会社, 研究機関, その他
- 目的
 - 交通安全の改善
 - 交通流の最適化
 - ルーティングと交通管理における個人とコミュニティの統合
 - 交通網内の情報による交通の自己組織
 - ユーザフレンドリーな技術



INVENT参加機関

- 自動車会社
 - AUDI, BMW, DaimlerChrysler, Ford, MAN, Opel, Volkswagen
- 部品会社
 - Bosch, Ericson, Hella, IBM, Siemens
- 研究機関 , 大学
 - DLR, fka, ifak, TÜV, Uni Köln
- その他
 - Hermes, NavTech, PTV, TRANVER



INVENT : 3分野における8サブプロジェクト

- 運転支援予防安全
 - 運転環境の検出と解釈(FUE)
 - 予見予防安全(VAS)
 - 渋滞時支援(STA)
 - ドライバ挙動とHMI(FVM)
 - 交通影響 , 法的問題 , 受容性(VRA)
- 交通管理2010
 - 交通パフォーマンス支援 (VLA)
 - ネットワーク内交通均一化(NIV)
- 輸送 物流における交通管理
 - 輸送 物流における交通管理(VMTL)



交通パフォーマンス支援[VLA]

- VLA参加機関
 - BMW ,BOSCH ,DC ,MAN ,VW
- VLAのタスク
 - Stop&goの衝撃波緩和
 - 合流支援による交通流の調和
 - 渋滞解消
 - 交差点における交通流の最適化



VLAにおける通信

- 通信 :ドライバが交通を予測し交通に適応するため ,運転支援システムのためのキー
- レーダ (24GHz)による車車間通信
 - 高速 (0.01s) ,範囲50m ,意図の交換
- 車車間通信のためのアドホックネットワーク
 - 高速 (0.1s) ,範囲約500m ,局所的交通状況
- 移動通信GSM-SMS XFCD
 - 低速 (30s) ,広域 ,交通と天候のデータ



INVENTのデモ

- 時期 :2005年4月28日
- 場所 :ミュンヘン,MANのテストコース
- プログラム
 - 午前 :プレゼンテーション
 - 午後 :見学 ,試乗



WILLWARN

- 概要
 - 期間 :2004 – 2006
 - EUのプロジェクトPreVENTの一部
- 目標
 - 車上でのハザード検出
 - 車内警告管理
 - ネットワーク上を移動している車両の間での通信による分散型警告情報提供



WILLWARNの効果

- 効果
 - 早期の警告と予知 (forsighted) 運転
 - ADAS (ACC)のための機能
- 自車位置標定, 情報関連性チェック, メッセージ評価によって低普及率時でも効果がある



C2C-CC :Car-to-Car Communication Consortium

- 概要
 - 期間 :2001 –
 - 目的 標準化
 - 自動車会社などによる非営利団体
 - 参加機関
 - Audi ,DC ,BMW ,VW ,FIAT ,Renault
 - 予定 Philips ,NEC , . . .



物理層の測定解析結果 (VWによる)

- WLAN (802.11a/b) はC2Cに適しているか . 課題は何か .
 - 2.4GHz と5.2GHz に関する静的な測定
 - ルーフアンテナで2.4GHz は400m超 ,5.2GHzはほぼ350mの通信距離 .
 - リアビューミラーにアンテナをつけると届かなくなる .カプリオのカバーがアンテナの妨害となる .
 - 動的な測定
 - 固定点通過とすれ違い (相対速度400km/h) でパケットサイズを変化させた .すれ違い時では ,2.4GHzで6s ,5.2GHzで5sの接続遅れがあった .また ,森 ,丘 ,金属の防護壁で影響される .
 - WLANは動くが ,パケットは小さくなる .



調査時のインタビューから

- インタビューの回答は面会者のものであり ,機関の公式発表ではない .
- インタビュー先
 - ダイムラークライスラー
 - BMW
 - TNO
 - ハンブルク工科大学
 - VW
 - CofiRoute



ダイムラークライスラー

- 導入の糸口と普及率
 - 対向車とのメッセージ交換 (5%)
 - ハザード警告 (10%)
- 赤外線トラック間通信
 - トラックのETCはGPS, GPRSベース
 - トラック関係の規制をガントリとの間で路車間通信で送る
 - これを利用した対向トラック間, 前後トラック間の通信
 - コンテンツ: ハザード(緊急ブレーキ), カーブ注意(対向), 交通情報(対向), メッセージ(対向)
 - メッセージの発生は車上で行い, 位置, 速度, 方向などを発信する. 情報の優先度で発信を制御. 実験ではEFKONのIRトランシーバを使った. 距離35m(ウィンドシールドで減衰する), 受信は天候には関係ない



BMW

- インフラも含んだ交通情報の提供(ダイナミックルートガイダンス)
 - 情報の伝搬遅れについてシミュレーションを行った
 - 25台/km²で50秒以内に80%情報が伝搬する
- 警告は行うが自動化はしない
- システムが有効になるに必要な普及率は, 路車間では1台から, 車車間では5-10%の範囲(正確にはわからない)
- 車車間通信応用システムの導入(情報提供から(保証しないという前提が必要))
- 標準化項目: MAC層プロトコルなど全般にわたるプロトコル, セキュリティ, データコンテンツ(多すぎず少なすぎず). HMIは標準化する必要はない
- 普及は, 人々が欲しいと思う3-5個のアプリを強力にすすめることによって図る



TNO[1]

- 欧州で有望な周波数は5.8GHzである。
- 車車間通信の目的は安全にある。欧州では前途が長い。
- 車車間通信と路車間通信は同一。一方が動かなければ路車間通信である。
- 車車間通信の目的にconvenienceは少ない。交通流の改善が大きな目的である。交通流を改善すれば事故も減少する。そのための車車間通信普及率は10～15%で良さそうである。
- 車車間通信装置は、ロードプライシング(RP)用を使う計画があった。しかしRPの実験は政治的に中止となった。2010年に再び始められる可能性がある。
- 車車間通信に対するドライバのインセンティブは、交通流の改善にある。



TNO[2]

- 送信機の出力は欧州では最大100mW。しかしプロジェクトごとに出力が異なる。
- 車車間通信の他の効果：環境保護と排ガス、騒音の低減。車車間通信によるACCとStop&Goで交通流が改善されるから。
- 車車間通信とGPSとの結合が重要。



ハンブルク工科大学

- 交通情報提供のための普及率 :5%でもいい .30%あれば十分 .
- IVCの周波数 :5.8GHz が有望 .
- IVC応用システムの初期展開 :SOTIS (self-organizing traffic information System ,車車間通信による交通情報システム) で交通情報や快適に関する情報提供から始める .
- 標準化項目 :自動車会社による .欧州ではDCが押している . FleetNetにはDCとSiemensが参加していた .
- 情報システムは自動車会社が主導する (ドライブする) .



VW[1]

- 車車間と路車間を同一に扱う .
- C2C応用システムの展開のためにはいろいろな応用を同時に行う必要がある .展開の時期は2015年 ~ 2020年か .
- 標準化項目
 - 周波数 :5.9GHz が有望である .この周波数は欧州では無料である .
 - プロトコル :プロトコルには車両の位置を含めるべき (FleetNetではposition dependent routing) .
- 展開の方策 :すべての自動車メーカーの協力が必要 .そのためにC2CCCが存在する .
- ドイツではETCのインフラをもっており ,インフラへの投資は期待できない .



VW[2]

- 応用システムが有効となるための普及率は10%であろう。普及率が上がると、車載装置を受信専用にする(黙らせる)技術が必要で、FleetNetではその技術を扱っている。
- C2Cは、技術ではなく、コンシューマの問題である。



コフィルート[1]

- IVHWのマーケット導入
 - まず標準化、次に救急車・警察車・バス・トラックなどへの導入(路側ビーコン利用)、最後に乗用車と考えている。
 - 導入の時期は難しいが、標準化について2005年から3年計画で行う予定。近い将来実用化されるとは考えていない。
- 欧州の協調走行(cooperative driving)では路車間と車車間の通信をeSafetyにおける安全のキー技術と考えている。
- 使用周波数は未定であるが、現在は800-900MHzが実用的で2.4GHzもあり得る。



コフィルター H[2]

- 米国のVSCCは高価ではないか,と思う.これはロングタームの開発であろう.
- 普及については,安全を目的として,まずインフラの設備に投資し,車載装置の普及率が非常に低い時でも有用なシステムとすることが始める.普及率は1~2%でもいい.システムが軌道に乗れば20~25%の車が装備するであろう.



まとめ

- 車両安全通信に高い関心がある
- 多くの公的プロジェクトがある
- 自動車会社を中心とした車車間通信に関するコンソーシアムがある
- 車車間通信と路車間通信を区別しない
- 媒体は,WLAN,5.8GHz,5.9GHz,800-900MHz,2.4GHzなど多種
- システムの効果が出るためには,5-10%の普及率が必要