

道路情報処理ソフトウェア構築の最適化

小沢 慎治 (愛知工科大学)

Optimization of Software Construction for Information around the Road
Shinji Ozawa(Aichi University of Technology)

The traffic control system should play in order to ensure safety and comfort of road users. Recently, the road traffic increase and better information provided is required. Then information processing system for huge data becomes complicate. In order to solve such a situation, to build a system efficiently, it is necessary to clarify the definition of the content of the information. In this paper, it is described the results of the study from the point of view of both the user and constructor of the system.

キーワード : 交通管制, ソフトウェア構築, 共通化, 情報収集, 情報提供, 情報処理
(Traffic control, Software construction, Standardization, Information collecting, Information providing, Information processing)

1. はじめに

道路交通の進展に伴い増加する道路利用者の安全、快適を確保するために交通管制システムが果たすべき役割は大きく、中でも道路利用者への情報提供の効果は大きい。より良い情報提供を行うためには、広い範囲の、空間的にも時系列としても密な情報収集と、膨大なデータを整理・統合・取捨選択して各ドライバに最適な情報提供するための情報処理が必要となる。

情報提供の形態が従来の情報板などのインフラ設備だけでなく、近年では、カーナビゲーション、携帯電話などのモバイル機器を通じたものになり内容も個人に合わせたものが必要となる。

一方で高速道路は、都市内高速道路と都市間高速道路の接続が進み、道路管理者間の情報交換により得た情報を活用した情報提供が行われるなど、情報処理システムはますます複雑にならざるを得ない。

そのような状況下における交通管制システムの情報処理システムにおいては道路管理者共用の互換性が不可欠である。しかるに道路管理者が構築している交通管制システムでは、古くからアプリケーションごとに開発が積み重ねられているため、機能が共通であっても共通化できず、非効率、高コストであり、結果的に道路管理の効率化が阻害されてきた。

そのような状況を解決し、効率的にシステムを構築するためには、扱われている情報の内容の定義を明確にして、

共通化する必要がある。その内容の定義には、システム要件、機能、性能、インターフェース、ソフトウェアのモジュール化等のシステム構成要素の標準化が必要となる。

本稿はそれらの考察であり、異なる歴史を持ち、システムを運用する道路管理者、独自の技術を蓄積している、システムを実装するメーカーをメンバーとする電気学会「道路情報処理ソフトウェア構築の最適化に関する調査専門委員会」の成果の一部をまとめたものである。

2. ソフトウェア構築の最適化の必要性と方策

(2-1) 最適化の必要性

(1) 道路管理の効率化

公共事業として建設・管理している高速道路事業においても低コストで効率的な運営が求められている。

交通管制システムにおいては、道路の開通に合わせて構築してきた経緯からアプリケーションごとに開発がおこなわれてきた。また、ITSの発展により新たな情報提供方法や情報収集方法が生まれ、その都度、既存設備を有効活用すべくハードウェア・ソフトウェアを継ぎ足してきた。また、それらの設計においては、ソフトウェア構築に関して情報収集-情報処理-情報提供の機能は示すもののソフトウェアの体系やモジュール化、ソフトウェア上のインターフェイス等は、請負メーカに任せていた。そのため、道路の延伸等でシステムが大きくなる度にソフト全体を改修しなければならないとなり、交通管制システムは高コストになってきた。

(2) 交通管制システムの共有化

高速道路は都市内交通と都市間交通を合わせれば十数ヶ所に交通管制システムが設置されているが、管理区間の規模や運用基準の違いからソフトウェアの共有はされていない。従って、情報収集－情報処理－情報提供の流れは同じであるものの、ソフトウェアの開発は交通管制システム毎に行われてきたのでソフトウェアは共有されず、コストはなかなか下がらない。

(3) ソフトウェアの著作権

道路管理者は、アプリケーションの開発に掛かる費用はメーカーから見積もりを徴収し、積算をして発注しているが、ソフトウェアの著作権については明確にしていない。メーカーは、情報処理の演算やデータベースの構造等は、メーカーの既存財産であり、アプリケーションソフトの使用権は道路管理者にあるもののソフトウェアの著作権はメーカーにあるとしている。

従って、ソフトウェアの体系、モジュールの構造とモジュール間インターフェイス等は公開していない。

そのことから交通管制システムのソフトウェアの既存財産を有効活用されることが無く新設・改修され、積算根拠についてもメーカーの見積もりを基本に発注されてきた。

(4) 技術者の育成

道路管理の技術者は、交通管制システムの新設・改修において、道路管理者が規定する運用マニュアルを基本に情報収集－情報処理－情報提供の各機能と機器間のインターフェイスやイベントの結合・展開を請負メーカーの技術者と打ち合わせを行うが、システムが大きくなるとイベントの結合や展開と優先判定は複雑となる。技術者の異動もあることから詳細な処理について把握されていなく、過去の経緯を含めてメーカーの技術者に頼っているのが現状である。特に情報提供結果に不具合が発見されても改善・改修に時間を要している現状である。

以上の課題は、ソフトウェアの標準化等ですべてが解決するわけではないが、今後道路管理の高度化や ITS の効率的な展開が求められ、高度化が進む交通管制システムのソフトウェア構築の最適化が求められている。

〈2・2〉最適化への方策

各高速道路の管理者が抱えている課題を解決し、効率的にシステムを構築するためには、扱われている情報の共通化を図ると共に、その内容を明確に定義する必要がある。その内容の定義には、システム要件や機能、性能、インターフェイス、ソフトウェアのモジュール化等のシステム構成の標準化が必要になる。

そこで、最適化への方策を得るために、以下の 3 つの立場からの検討を行った。詳細は章を改めて述べることにする。

(1) 交通管制システムの現状

ソフトウェア構築の最適化の視点に立って各高速道路の交通管制システムの現状と課題について検討した。対象となる高速道路は次の通りである。

- ・ 首都高速道路
- ・ 阪神高速道路
- ・ 本四高速道路
- ・ 名古屋高速道路
- ・ 中日本高速道路

(2) システム開発の持つ課題

交通管制システムを製作するベンダーについて、システム開発を行う上での課題となる点について検討した。検討にあたってはメーカーを次のように分類した。

- ・ 情報提供メーカー
- ・ 情報収集メーカー
- ・ 情報処理メーカー

(3) 交通管制システムの最適化の課題

交通管制システムのソフトウェアを最適化する上での課題について検討を行った。検討にあたってはシステムを以下のように分類した。

- ・ 収集系の最適化の課題
- ・ 提供系の最適化の課題
- ・ 処理系の最適化の課題

3. 交通システム運用の現状

〈3・1〉システムの概要

ソフトウェア構築の最適化の視点に立って各高速道路の交通管制システムの現状を共通点と相違点に注意して交通管制システムの概要について述べる。

路線長や路線の分岐、他の高速道路との接続などの形態、などは各高速道路ともに拡張を繰り返しており、相違のかかなりの部分がパラメタで記述できる。

高速道路上に、数多くの情報収集装置を設置し、得られた情報を処理して、数多くある情報提示装置に表示する、という情報の流れと、管制センターで監視をして、異常事態に対する対処を自動的または手動で行うという処理の流れもどの高速道路でも同様である。

〈3・2〉装置

情報収集装置は、現在の道路交通状況を収集する装置であり、車両感知器や、CCTV、風向風速計などの気象観測装置、非常電話などがある。これもどの高速道路でも同様である。しかし、運用の仕方は異なっている。

例えば、首都高では、車両感知器として超音波式を採用し、高速道路上に約 300m 間隔で設置しており、トンネル部においては、CCTV 画像の画像処理を利用しており、これら収集データは、1 分ごとに情報を収集し、情報処理を行う処理装置へデータの送信を行っている。しかし他の高速道路では設置場所、間隔等が異なっている。

情報処理装置は、前述の収集装置からの情報を受信し、後述する提供装置へ情報の提供を行い、安全・安心・快適な道路情報を提供するために必要なデータの加工を行っている交通管制システムの頭脳にあたる設備である。処理装置では、様々な情報提供装置に対して、提供される情報の整合性が保たれるように、複数の収集装置で収集された情

報を加工、編集、整合処理等を行っている。

情報処理の部分では各高速道路が独立に歴史を重ねているため、同一システム内では整合し、最適化も図られているが共通性に乏しい。処理間隔の相違だけでなく、例えば「渋滞」に関しても算出方法が異なっている。

情報提供装置は、現在の道路交通状況を提供する装置であり、高速道路上に設置されている文字情報板や図形情報板、所要時間表示板、PAに設置されているターミナル端末の首都高ナビ、カーナビに対して情報を提供するVICSなどがある。またホームページによる情報提供も行われるようになった。

〈3・3〉管制室

交通異常事象（渋滞、停止、低速、避走）をCCTV映像の画像処理により自動で検出し、交通管制員へアラームを発するとともに、交通管制室の大型表示装置に表示するものである。これにより管制員の負荷を軽減することができるようになった。

交通管制室 従来のパネルのはめ込み式のグラフィックパネルに代わり、画像表示の柔軟性・操作性に優れるプロジェクト方式の大型表示装置を導入している。渋滞状況表示の詳細化や非常・異常イベントのアイコン表示、CCTV映像の路線上への表示など、交通管制員による道路交通状況の把握や情報の共有を容易に出来るようにしている。

4. 交通システム構築上の課題

〈4・1〉交通管制システムの変遷

交通管制は昭和45年に始まり、昭和40年代後半には時々刻々変動する渋滞をリアルタイムで把握するために車両感知器を多数設置して車両の台数や速度などを計測し、コンピュータで渋滞、混雑、自由流などのレベルを判定して渋滞場所、渋滞長を道路情報板に表示するシステムが開発された（視覚系情報提供の導入）。

その後、コンピュータや通信、電子デバイスの技術発展とともに、情報提供の強化、情報の高度化、情報共有化及び情報オープン化などを目的とし、音声系情報の提供、無線を応用した情報提供、インターネットによる情報提供などを導入しながら時代のニーズに応えてきた。

〈4・2〉交通情報提供の導入経緯

交通情報は当初導入された道路情報板を始まりとし、1960年代～70年代に視覚系、1980年代～90年代に聴覚系、1990年代～現在で無線、マルチメディアを応用した各種メディアを導入してきた。（下記（1）～（4））

このメディアの導入、発展にあわせて提供情報を作成する機能（システム）についても、その時代において最新、最適なコンピュータ技術、通信技術、ソフトウェア技術などが採用された。

（1）1970年代～1980年代

- 交通渋滞区間の自動検出
- 交通渋滞、事故などの事象(イベント)の管理・結合
- 文字情報作成の自動化

（2）1980年代～1990年代

- 道路線形を用いた図形表示
- 音声認識合成技術
- 所要時間作成

（3）1990年代～2000年代

- 経路情報作成
- カーナビへの情報提供(VICS)
- 音声応答、インターネットによる情報提供

（4）2000年代～現在

- イベント情報のデータベース化
- ITSスポットの導入

〈4・3〉交通管制システム構築上の課題

前述のように交通管制システムは、コンピュータ、通信、電子デバイスの技術動向とともに情報提供を強化しながら整備、発展してきた。

しかしながら情報提供の強化にあわせて、収集情報の細分化、処理データの多様化・大容量化、機能の複雑化が進み、それに併せてシステムも分散化していった。

また、システムは段階的に整備され構築時期における最新技術を導入していくことで各システムの採用技術が異なり、古い部分はレガシー化し、新しいシステムであっても既存の技術を包括して構築されていくこととなった。

このような段階的システム構築を経ることで、複数のシステムで整合処理のような類似した機能を実装したり、既存システム対応のための変換部（変換処理）のようにシステム毎の特殊機能が必要となるなど、交通管制システム全体の機能は複雑化している。

結果として、現在の交通管制システムは、情報提供の導入時期における最適な技術を用いて構築した複数のサブシステムを接続、組み合わせた、言うなれば個別最適化されたシステム群によって全体が構成されている。

現在では、IP化によって伝送帯域が増大し、より大量の情報を高速に伝送させることが可能になってきている。

また、中央処理を担う装置もハードウェアの性能向上により大きな処理能力を有することが可能になっている。

そのため、従来端末側で持たせていた機能を中央側に統合し、端末側の機能を簡略化させることが可能で、中央側で制限して情報量を抑えて配信していた情報は、伝送帯域の増加によって、情報を制限することなく配信を行なうことも可能になってきており、制限された情報を端末で表示させるのではなく、より多くの情報を提供し、端末側で選択することで、端末側の状況に合わせてユーザーに情報を提供することも可能になってきている。

〈4・4〉共通化に向けて

現状の交通管制システムは、その時々ハードウェアに制限された状況で構築されている。

その制限のレベルは年々低くなってきており、積上げて構築されてきたシステムを、全体的に再構築することで、課題とされてきた問題もクリアできるものがあると考ええる。

また、再構築によって、全体最適を考えた機能の配置や

それによるソフトウェアの最適化が可能になると考える。

ソフトウェアの共通化を図るためには、扱われている情報の定形化・共有化を図るとともに、システム要件、機能・性能、インタフェース、ソフトウェアの構成や構造などを明確に定義する必要がある。

5. 最適化に向けての課題

〈5・1〉収集系の最適化の課題

交通管制システムは収集系、処理系、提供系の3システムに分解され、収集系で外部の様々な情報を入力し、処理系で入力した情報から交通管制に必要な情報へ変換し、提供系から各種メディアで情報提供する。

その収集系の扱う外部情報は多岐に亘り、計測センサから自動収集する情報から、利用者(ドライバー)からの通報や交通管理隊が現場で確認した情報、あるいは CCTV 監視カメラ映像で管制員が見つけた事象(例えば「事故」「渋滞」「落下物」などの事象)がある。

これらの事象は道路管制センターの管制員が操作卓などを操作してシステムに入力する。

前述の「事故」「渋滞」「落下物」などの事象は道路管制センターに設置されている非常電話や移動無線の受付や CCTV 監視カメラ映像を目視して管制員が判断して入力する情報であり、システムに情報を入力する操作卓の

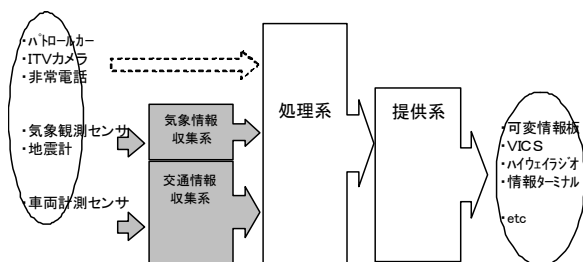


図 5.1 収集系の論理概念図

HMI(Human Machine Interface)機能は処理系に実装される。

〈5・2〉提供系の最適化の課題

道路情報処理のソフトウェア構築の最適化に関しては、現状のシステムにおけるソフトウェアの最適化を図るのではなく、今後の情報提供の高度化を踏まえたガイドラインを示す必要がある。

表 5.2 情報提供のサービスレベル

優先順位	情報提供内容	サービスレベル	対象	提供の仕方
↑	緊急情報	高	全車両	強制的、即時性、一定エリア
	交通情報	中	全車両	強制/任意、速やかに、任意エリア
	サービス情報	低	任意	任意

今後の ITS における「情報提供」は、交通管制システムを情報発信源とした従来の情報提供に加えて、高速道路の利用促進、交通事故死亡者ゼロ、高齢化対策、環境対策、

地域振興など多くの社会的ニーズ、道路利用者ニーズに応じてゆく必要がある。ソフトウェア構築の最適化の方向性を見出すためには、新交通管制システムの将来像を描くことが必要である。

〈5・3〉処理系の最適化の課題

高速道路の交通管制システムは昭和 38 年(1963 年)からの高速道路の整備と共に、昭和 45 年(1970 年)より整備が開始され、以来、車両が安全に円滑かつ快適に走行するために、道路上で発生した各種の道路交通情報をドライバーに事前に提供することを目指し、数々の変遷を経て、現在に至っている。システムの基本的な流れは、車両検知器や気象センサーで交通量や気象状況を監視し、渋滞の場所や長さ、旅行時間などの情報に加工、編集してから情報板などの情報提供設備を通して道路利用者へ情報提供をしている。現在では提供メディアは情報板の他、ハイウェイラジオ、ハイウェイテレホン、サービスエリア/パーキングエリアの情報提供設備、インターネット、携帯サイト、VICIS 対応カーナビなど様々なメディアを駆使して情報提供を行っている。

近年では、社会情勢の劇的な変化により、交通管制システムには、新たに以下のような課題が発生している。

- (1) 災害時、事後の復旧/復興物資輸送インフラ機能
- (2) システムの災害に対する耐性強化
- (3) 高齢化、国際化、医療、福祉、環境等への配慮
- (4) ITS 関連、ITS スポットサービス、パーソナル化への対応

6. おわりに

交通管制システムの情報処理システムにおいては道路管理者が構築している交通管制システムでは、古くからアプリケーションごとに開発が積み重ねられているため、機能が共通であっても共通化できず、非効率、高コストであり、結果的に道路管理の効率化が阻害されてきた。そのような状況を解決するためのソフトウェア最適化をどのように行うかを探るため、システムを運用する道路管理者、システムを実装するメーカーの立場から、現状と課題を検討した。

文 献

- (1) 電気学会技術報告 道路情報処理ソフトウェア構築の最適化 2013 年 9 月予定 道路情報処理ソフトウェア構築の最適調査専門委員会
- (2) 電気学会技術報告 第 512 号 知的交通計測 1994 年 9 月 知的交通計測調査専門委員会
- (3) ITS 標準化委員会:「ITS の標準化 2011」, 社団法人自動車技術会 (2010-03)
- (4) 「次世代道路交通システムにおける情報通信技術に関する調査研究 検討業務」 慶応義塾大学 中日本高速道路株委託 2010 年 4 月