

ITS画像処理開発における

1W-05

ハードウェア・ソフトウェア協調設計方式とその検証

井上 聡[†] 飯田 庸介[†] 吉田 健[†] 遠藤 祐^{††} 小泉 寿男[†]

[†]東京電機大学 理工学部

^{††}株式会社ズーム

1 はじめに

組み込みシステム開発においては大規模、複雑化してきたとともに開発期間短縮、コスト削減の要求も強くなってきた。また、ハードウェア開発とソフトウェア開発が密着している場合が多く、両者の協調の必要性が指摘されている。

本稿では、目標とするシステムの制御対象・設計対象モデルを先ず作成し、そのシミュレーション結果を参考に機能のトレードオフを行うコ・デザイン方式を提案し、本方式をITS(Intelligent Transport Systems:高度交通システム)における安全運転支援の画像処理開発を対象として、コ・デザイン方式を適用し検証した。

2 コ・デザイン方式のフロー

提案するコ・デザインフロー方式のフローを図1に示す。

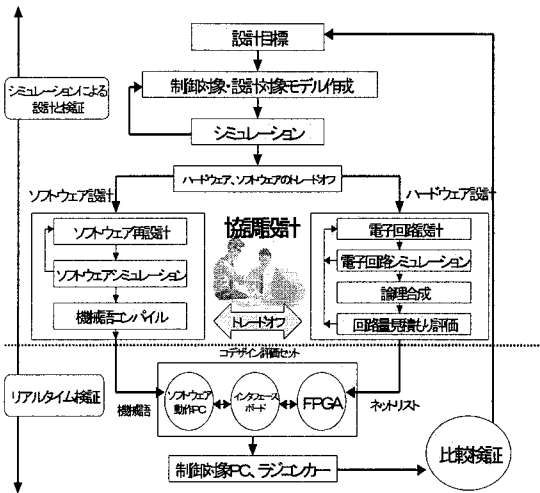


図1 提案するコ・デザインフロー図

(1)目標設定と全体モデリング:本方式では、まず目標システム構築における設計目標及び制約条件を決める。そし

て、目標システムが導入される側の状態を表す制御対象モデルとシステムそのものである設計対象モデルの両者を作成、結合し、その動作をシミュレーションによって計算し設計対象モデルを確定する。

(2)H/W,S/W 機能のトレードオフ:設計対象モデルの仕様記述をもとにシステム性能(処理速度)を満たす範囲でのコストミニマムを目標とする。このため、処理性能上 S/W で実現可能な部分は S/W で機能分担し、それ以外を H/W で機能分担させる。

(3)H/W,S/W 設計:分担された H/W,S/W それぞれに対し、両者協調しながら電子回路設計とプログラミングを行う。

(4)評価ボードによるリアルタイム動作確認:電子回路の設計結果であるネットリストを FPGA にマッピングして H/W 化する。S/W 部分のプログラムはコンパイルしたのち PC のメモリ上にロードする。FPGA 評価ボードと S/W 動作 PC をインターフェースボード経由にて連動させ動作結果を制御対象 PC に出力する。

(5)比較検証:制御対象 PC の出力結果を予め作成してある制御対象モデルのシミュレーション結果と目視によって比較検証し、H/W・S/W 機能のトレードオフやアルゴリズムの改善を繰り返しながら最適な設計に近づけていく。

3 ITS画像処理システムへの適用

3.1 ITS画像処理システム概要

ITS は9つの開発分野で構成されているが[2],本研究では安全運転の支援分野におけるITS画像処理システムへ適用した。そして、画像処理による障害物や停止車両等を検出する前方障害物認識システムを作成する。最も発生率の高い追突事故に対しては前方障害物追突防止システムの早期実用化が期待されている[3]。作成する前方障害物認識システムは、車載前方CCDカメラから道路画像を入力し、障害物の位置や自車両障害物間距離などを画像処理にて検出し、その結果から運転者に対し危険警告を行う。

3.2 コ・デザイン方式の適用

*A Hardware/software Co -design Method in Development of ITS Image -Processing and Its Verification

[†]Satoshi Inoue, Yousuke Iida, Takeshi Yosida, Hisao Koizumi Faculty of Science and Technology, Tokyo Denki University

^{††}Yu Endo Zoom Corporation

(1)設計目標・制約条件

ITS画像処理システムの設計目標を表1に示す。

表1 設計目標

設計目標	
①	自動車専用の高速道路を対象とする
②	インフラの支援は最低限必要とする
③	画像処理は単眼式ビジョンシステムである
④	毎秒15枚以上の画像処理をしなくてはならない
⑤	障害物の位置を分からねばならない
⑥	車両障害物間の距離を分からねばならない
⑦	160m先の障害物を検出をできなくてはならない
⑧	障害物手前10mで停車する
⑨	レーン移動にて回避するのか停車して回避するのか判断できなくてはならない

(2)全体モデリング

ITS画像処理システムの全体モデルを図2に示す。入力機器のCCDカメラから道路画像を取り込み、入力処理によりA/D変換された画像は、必要十分画像クリッピング処理により背景等の余分な画像を除き、必要な部分の道路画像を取得する。そして、画像平滑化処理を経て、障害物検出処理が障害物や停止車両等を検出し、障害物の位置や障害物までの距離を割り出す。これらの結果から危険警告処理が運転者へ出力システムを用いて警告を行う。

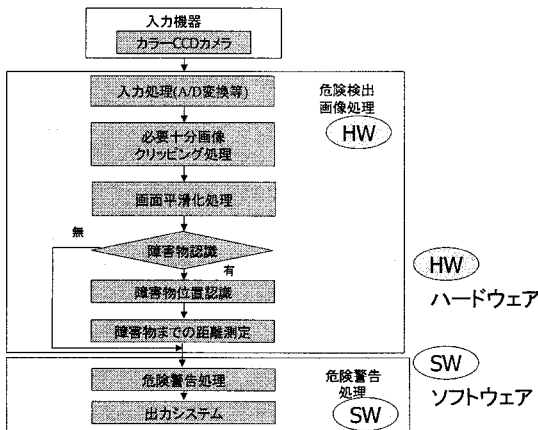


図2 全体モデル及びトレードオフ結果

(3)シミュレーション及びトレードオフ結果

作成したモデルの機能が正しく動作していることを確認するため、シミュレーションを行った。その結果、障害物を認識し危険警告を行うことが出来た。このシミュレーション結果から本モデルを目標モデルとして活用する。また、このシミュレーション結果を参考にシステム全体のトレードオフは図2のようになった。高速処理が必要な画像処理がハ

ードウェア、ユーザーに危険警告を行う処理はソフトウェアの機能担当になった。

4 検証

4.1 ラジコンカーを用いたリアルタイム検証と評価

本研究では、実際の車の代わりラジコンカーを用いた検証を行った。構成図を図3に示す。本検証のシステムでは、CCDカメラからの前方画像を無線により受信機へ入力する。その入力画像をA/D変換器でデジタル変換したものをFPGAにて画像処理を行う。その処理結果の異物検出信号等をISAバス経由にてソフトウェア動作PCに送信し、ラジコンのプロポ制御が行われ、ラジコンが回避動作をする仕組みになっている。この検証により作成したITS画像処理システムが設計目標を満たしているかを目視にて確認をした。

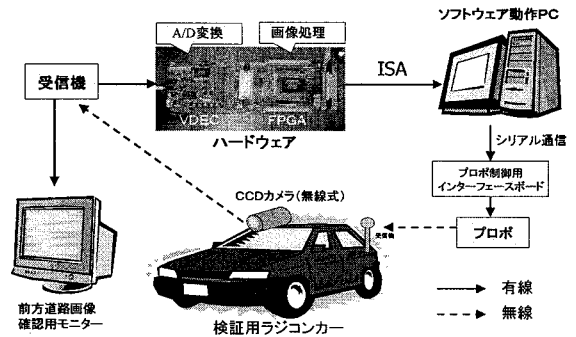


図3 ラジコンカーを用いた検証全体図

その検証の結果、障害物を認識し設計目標も満たした。これより、ITS画像処理システムが目標としていた全体モデルの機能を満たし、動作することが分かった。また、このことから本コ・デザイン方式がITS画像処理開発へ有効であることが分かった。

5 まとめ

ハードウェア・ソフトウェア協調設計方式を提案し、ITS画像処理開発に適用して、安全運転の支援システムを構築し評価を行った。

<参考文献>

[1]遠藤祐 他, "ハードウェア・ソフトウェア協調設計方式とITS画像系・制御系開発への適用検証", 情報処理学会高度交通システム研究会, 情処研報, Vol.2000, No.112, pp.49-59(2000)
 [2]VERTIS, <http://www.vertis.or.jp>
 [3]田中宏明, "自動車から見たITS-安全な車の実現" 自動車技術 Vol.55, No.11, 2001