

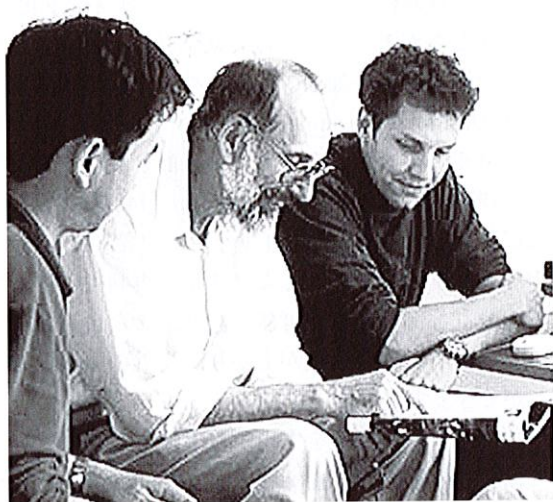
Entering System-on-Chip Century

システムオンチップの世紀に向けて

Daniel D. Gajski
ダニエル D. ガイスキー

1. Technology

Technologies have advanced to the point that a highly complex product, including hardware and software, can be implemented on one chip. Therefore, we will be able to manufacture complete systems, such as digital camera, cellular phone or a DVD player on one chip. However, the complexity of such systems-on-chip (SoCs) suggests that their design and production can not be accomplished with present tools and methodologies. This problem has been known as productivity gap which is defined as difference between system complexity and design productivity. It is well recognized that the complexity of systems requires a new way of solving problems, new methodologies, new tools and new business models.



(中央が筆者)

For the above reasons Toshiba and the Center for Embedded Computer Systems at University of California at Irvine started a cooperative research and development on SoC specification and design, in order to investigate new methodologies for 21st century.

2. SpecGen Project

The first premise of SpecGen project is that SoCs will be complex and that there will be no distinction between software and hardware. In other words, what is in hardware today may be in software tomorrow and vice versa. The second premise of SpecGen project is that the complete process from product specification to manufacturing should be seamless, well documented, with every stage represented by a verifiable model and united in a common framework distributed over geographically different locations, or in short, in an e-design environment.

There are three solutions for achieving this goal: abstraction, reuse and automation. By abstraction, humans as well as CAD tools deal with smaller number of objects, thus speeding the design and verification tasks. Reuse increases productivity by sharing parts of the design between different products. Finally, automation allows designers to perform their tasks faster.

In SpecGen project we developed a specification language to define the behavior of a new product. Since C language is the most popular in the software world we developed a front-end for C, called SpecC, which includes the three most popular models of computation: Communicating Sequential Processes (CSP) for software, Finite-state-machine with Data (FSMD) for hardware and Discrete

Event(DE) for communicating protocols. SpecGen project also includes tools for synthesizing SoC architecture from available cores, complex components or third party reusable components, commonly called IPs. The SoC synthesis tools help designers select proper processors, memories, busses, cores, protocols and other complex components from different core/IP databases and assemble them into an SoC design. The SpecC executable specification is partitioned into software and hardware parts and assigned to different components. Communication is also partitioned into channels and assigned to busses and protocols. The SpecGen includes also VisualSpec tools for fast prototyping so that a customer can quickly verify his/her specification and SoC design. The rest of the design can be then accomplished by standard SW and HW tools supplied by EDA vendors.

We expect a 1,000X improvement in productivity: 10X from higher levels of abstraction, 10X from reuse of previously defined components, and 10X from automation of the SoC architecture. We have already demonstrated 50X gain without using automation on a selected GSM Vocoder

benchmark. (for details see www.ics.uci.edu/~gajski)

3. E-development

Executable specification methods on each level of design like SpecC in SpecGen simplify the communication between customers and designers, and geographically distributed designers and developers. They also make product evolution easy, since features can be easily introduced or modified and the impact of any changes in the specification can be easily verified. These methods lead to product-on-demand (POD) business model in which every product is customized for an individual customer.

E-development is necessary for POD model because manufactures have to develop more complex and higher quality products in shorter time in order to survive in a global business competition. With similar results in other fields, such as software engineering and mechanical system design, Toshiba can realistically achieve a 1,000X productivity gain and continue providing its customers with the best possible products.

システムオンチップの世紀に向けて

1. テクノロジー

技術の進歩により、ハードウェア(HW)とソフトウェア(SW)から成る複雑で高度な製品が一つのLSIチップに納まるようになってきました。デジタルカメラや携帯電話、DVDプレーヤなどがこれらのチップ一個で実現できるようになります。

しかし、一方では、このような製品規模の拡大に現在の開発方法やツールによる設計や製造が、追いつかなくなるというプロダクティビティギャップの心配が指摘されています。複雑化するシステムの開発を可能にするには、システムの複雑さと設計生産性の乖(かい)離をうずめる新しい問題解決へのアプローチや方法論、設計ツール、ビジネスモデルが必要になります。

2. SpecGenTMプロジェクト

プロダクティビティギャップをうずめて21世紀の設計方法論を確立する目的で、東芝とカリフォルニア大学アーバイン校のCenter for Embedded Computer Systemsはシステムオンチップ(SoC: System-on-Chip)の仕様と設計に関する共同研究を行なっています。SpecGenTMと呼ぶこのプロ

ジェクトでは、第一にSoCの設計ではSWとHWの差がなくなると考えています。現在HW(あるいはSW)で実現するのが有利であっても、次の日もそれが有利であるとは限らないので、機能をSWかHWのいずれで実現するかは、なるべく設計の下流段階で判断する必要があるという意味です。

第二に、仕様の設定から製造に至る過程はシームレスであるべきで、各過程の成果がきちんとドキュメント化され、かつその正しさがモデルによって検証され、さらには地理的に離れた開発者が共通のフレームワーク、つまり電子設計環境(E-Design Environment)によって結ばなければならないと考えています。この二つの目的を実現するソリューション(解決策)は、抽象化、再利用、自動化の三つです。抽象化によって設計対象がより少ない数の要素に集約でき、設計やその検証の速度が速くなります。再利用によって製品間での設計部品の共有が可能になり、また自動化によって設計者の個々の作業速度が上がり、設計の生産性を高めることができます。

三つのソリューションを実現する手段として、プロジェクトでは製品の動作を定義する仕様記述言語SpecC(仮称)を開発しました。この新しい言語は、世界でもっとも一般的なプログラミング言語Cのフロントエンドとし、SpecCと名付けました。SpecC言語は三つの代表的な計算モデルを備えています。SW向けの“CSP(Communicating Se-

quential Processes)”, HW向けの“データ付き有限状態機械”, さらに通信プロトコル(データ送受信のための手順や規約)向けの“離散イベントモデル”です。

SpecGenTMプロジェクトには、複合コンポーネント(構成要素)であるコアあるいはIP(Intellectual Property)と呼ばれる市販のコンポーネントによって、SoCアーキテクチャを設計するツールの開発も含まれており、コア/IPデータベースから選択したプロセッサやメモリ、バス、プロトコルなどを組み合わせてSoCが設計できるようになります。SpecC言語で書かれた仕様は、SWとHWとしてそれぞれ適切なコンポーネントに割り付けることができ、また、通信仕様もチャンネルに分割してバスやプロトコルに割り付けることができます。さらに、VisualSpecTMと呼ぶ仕様記述ツールを使ったラピッドプロトタイプング(迅速な試作)によって、製品の顧客はすばやく仕様やSoC設計を確認および検証できるようになります。仕様を確認した後の設計は、EDA(Electronic Design Automation)ベンダーによって供給される標準のCASE(Computer Aided Software Engineering)ツールやCADツールを用いて完成されます。

このようにしてSpecGenTMは、1,000倍の生産性をもたらすと予想しています。その内訳は、抽象化によって10倍、コンポーネントの再利用によって10倍、自動化によって10倍です。デジタル携帯電話規格のなかの音声符号化規格であるGSM Vocoderのベンチマークによる実験では、自動化の効果を含まない段階ですでに50倍の生産性が得られることを実証しました。(www.ics.uci.edu/~gajski 参照)

3. 電子設計・開発(E-Development)

SpecGenTMにおけるSpecC言語のように、設計の各段階でその動作が見える形にする仕様合成技術は、顧客と設計者の間の、あるいは地理的に離れた場所に居る設計者間のコミュニケーションを簡素化し、また製品の進化を容易にします。つまり機能の追加や変更が容易になり、またそれらの変更の影響が簡単に確認できるようになります。そしてこれらの技術が、すべての製品がその利用者向けにカスタマイズ(専用の仕様設定)されるPOD(Product-On-Demand)の世界を拓(ひら)こうとしています。

高度化する顧客要求にこたえるには、複雑で高品質な製品をより短期間で提供するPODビジネスの実現が必要です。そしてE-Developmentは、PODを実現し製造業としてグローバルなビジネス競争で勝ち残る不可欠な要素と考えています。東芝がSpecGenTMとともに、ソフトウェアエンジニアリングや機械設計などの他の分野においても同様の挑戦を続けることによって、1,000倍の生産性を実現し、顧客に最大限の満足をしていただける製品を作り続けることを願っております。

和文翻訳

田村 信介

研究開発センター システム技術ラボラトリー 研究主幹