



جامعة عين شمس
كلية الهندسة
قسم الحاسبات والنظم

التصميم المشترك للمكونات الصلبة و البرامج المبنى على الهيكل النمطية

رسالة

مقدمة للحصول على درجة الماجستير في
الهندسة الكهربائية
(قسم هندسة الحاسبات والنظم)

مقدمة من

محمد حسنى الملكى

بكالوريوس الهندسة الكهربائية - قسم هندسة
الحاسبات والنظم
كلية الهندسة-جامعة عين شمس - 2003

تحت إشراف

الأستاذ الدكتور/ عبد المنعم وهدان
الأستاذ الدكتور/ أشرف سالم
الدكتور/ محمد واثق الخراشى

القاهرة 2007

صفحة الموافقة

محمد حسنى إمام محمد الملكى
التصميم المشترك للمكونات الصلبة و البرامج المبنى
على الهياكل النمطية
ماجستير

اسم الطالب
عنوان الرسالة

إسم الدرجة

الإمضاء

لجنة الحكم
الأسماء والوظائف

أ.د./ سراج الدين السيد حبيب

أستاذ بكلية الهندسة - جامعة القاهرة

أ.د./ هانى محمد كمال مهدى

أستاذ بكلية الهندسة - جامعة عين شمس

أ.د./ عبد المنعم عبدالظاهر وهدان

أستاذ بكلية الهندسة - جامعة عين شمس

أ.د./ أشرف محمد الفرغلى سالم

أستاذ بكلية الهندسة - جامعة عين شمس

الدراسات العليا

تاريخ الإجازة

ختم الإجازة

موافقة مجلس الجامعة

موافقة مجلس الكلية

ملخص

رسالة الماجستير الخاصة بمحمد حسنى الملكى
كلية الهندسة – جامعة عين شمس - 2007
العنوان: التصميم المشترك للمكونات الصلبة و البرامج المبنى على الهياكل
النمطية

المشرفيين: أ.د عبد المنعم عبدالظاهر وهدان،
أ.د أشرف محمد الفرغلى سالم،
و د. محمد واثق الخراشى

تقترح الرسالة منهج جديد للتصميم المشترك للمكونات الصلبة و البرامج، يعتمد على الهياكل النمطية، و يشكل المنهج الجديد قاعدة للمحاولات المستقبلية لميكنة عملية التصميم المشترك. تثبت الرسالة بعد ذلك قابلية المنهج المقترح للتطبيق عن طريق التصميم المشترك للنظم العامة و النظم المعتمدة على نظم التشغيل اللحظية. المنهج المقترح يبدأ بطريقة (البرامج أولا) حيث توصف كل وظائف النظام عن طريق برامج كامنة مكتوبة بلغة البرمجة (C)، تستهدف الهيكل النمطى المختار. بعد ذلك ينفذ المنهج المقترح بشكل تكرارى خلال مراحل التدقيق المشترك، و التشخيص المشترك، و التجزئة، و التخليق المشترك، حتى يحقق النظام معايير الكفاءة المحددة مسبقا. نقدم فى الرسالة أربعة تجارب تصميمية لعرض كفاءة المنهج المقترح. نقدم أيضا فى الرسالة بيئة تطوير متكاملة و موحدة للتصميم المشترك. المساهمة الرئيسية للمنهجية المقترحة هى دمج الهيكل النمطى للتطبيق المستهدف فى أول مرحلة من المنهجية، ثم يتم تطبيق التصميم المشترك التكرارى بدون تغيير الهيكل النمطى الأساسى، على عكس منهجيات التصميم الأخرى التى تترك تفاصيل الهيكل النمطى ليتم تخليقها فى مراحل متقدمة، و بذلك يتسع مجال الإستكشاف فيصبح لا نهائى، و قد يؤدي ذلك لتخليق هيكل يختلف بشكل كبير عن الهيكل النمطى المعتاد للتطبيق. المساهمة الثانية فى الرسالة هى تقديم دراسة عن تأثير التصميم المشترك على الأنظمة المعتمدة على أنظمة التشغيل اللحظية. وذلك يجعل المنهجية المقترحة أقرب إلى مشاكل التصميم الحقيقية حيث أن معظم النظم المدمجة تعتمد على نظم التشغيل اللحظية كجزء من المكون البرمجى.

د. محمد واثق
الخراشى

أ.د أشرف
سالم

أ.د عبد
المنعم وهدان



جامعة عين شمس
كلية الهندسة
قسم الحاسبات والنظم

صفحة العنوان

إسم الباحث : محمد حسنى إمام محمد الملكى
تاريخ الميلاد : 23/12/1980
محل الميلاد : **القاهرة - جمهورية مصر العربية**
اسم الدرجة : الماجستير
اسم الكلية : كلية الهندسة - جامعة عين شمس
سنة التخرج : 2003
سنة المنح : 2007



جامعة عين شمس
كلية الهندسة
قسم الحاسبات والنظم

رسالة ماجستير

اسم الباحث : محمد حسنى إمام محمد الملكى
عنوان الرسالة : التصميم المشترك للمكونات الصلبة و
البرامج المبنى على الهياكل النمطية
الدرجة : ماجستير
القسم التابع له : قسم هندسة الحاسبات والنظم

لجنة الإشراف

أ.د./ عبد المنعم عبدالظاهر
وهدان
أستاذ بقسم هندسة الحاسبات والنظم -
كلية الهندسة - جامعة عين شمس.

أ.د./ أشرف سالم
أستاذ بقسم هندسة الحاسبات والنظم -
كلية الهندسة - جامعة عين شمس.

د./ محمد واثق الخراشى
مدرس بقسم هندسة الحاسبات والنظم -
كلية الهندسة - جامعة عين شمس.

الدراسات العليا

أجيزت الرسالة بتاريخ
2007/ /
ختم الإجازة

موافقة مجلس الجامعة
2007/ /
موافقة مجلس الكلية



جامعة عين شمس
كلية الهندسة
قسم الحاسبات والنظم

تعريف بمقدم الرسالة

إسم الباحث	:	محمد حسنى إمام محمد الملكى
تاريخ الميلاد	:	23/12/1980
محل الميلاد	:	جمهورية مصر العربية
الدرجة العلمية الأولى	:	بكالوريوس الهندسة الكهربائية - هندسة الحاسبات والنظم
الجهة المانحة لها	:	كلية الهندسة - جامعة عين شمس
تاريخ المنح	:	2003
الوظيفة الحالية	:	مهندس تطوير - شركة Mentor Graphics
إسم مقدم البحث	:	محمد حسنى إمام محمد الملكى
التوقيع	:	
التاريخ	:	



Ain Shams University
Faculty of Engineering
Computer and Systems Engineering Department

Platform Based Hardware/Software Co-Design

A thesis submitted in partial fulfillment for the requirements of
Master of Science Degree in Electrical Engineering

Submitted by:

Mohamed Hosni El-Malaki

B.Sc. of Electrical Engineering
Computer and Systems Engineering Department
Ain Shams University, 2003

Supervised by:

Prof. Dr. A. A. Wahdan

Prof. Dr. Ashraf Salem

Dr. M. Watheq El-Kharashi

Cairo, 2007

Approval Sheet

Name Mohamed Hosni Emam Mohamed El-Malaki
Thesis Platform Based Hardware/Software Co-Design
Degree Master of Science Degree in Electrical Engineering

Name, Title, and Affiliation	Signature
Prof. Dr. Seraj El-Din El-Sayed Habeeb Professor, Cairo University	
Prof. Dr. Hani Mohamed Kamal Mahdi Professor, Ain Shams University	
Prof. Dr. Abdel-Moneam Abdel-Zaher Wahdan Professor, Ain Shams University	
Prof. Dr. Ashraf Mohamed Al-Farghaly Salem Professor, Ain Shams University	

Abstract

We propose a new flow for hardware/software co-design based on platform-based design concept that forms a base for further automation attempts of the co-design process. We then prove the applicability of our proposed flow on co-designing generic systems as well as RTOS-based systems. Our proposed flow starts with a software-only solution in which all system functionality is described as embedded software written in C targeting a selected platform. Then, the flow iterates through co-verification, profiling, partitioning, and co-synthesis until the design criteria are met. We present four test cases to show the effectiveness of our proposed methodology, covering both generic systems and RTOS-based systems. We also propose a unified integrated development environment for co-design. The main contribution added by the proposed methodology is incorporating the target application platform at the first stage of the flow then applying our iterative co-design algorithm without altering the main platform, as opposed to other co-design methodologies that let the platform details be synthesized at later stages, widening the exploration space to be unrealistic and producing platforms that may vary to a large extent than the pre-verified application platform. The second contribution is the study provided on the effect of co-design on RTOS-based platforms which brings the flow closer to real case problems where most embedded systems utilize RTOS in their software stack.

Contents

Contents	v
List of Tables	ix
List of Figures	xi
List of Abbreviations	xiii
Trademarks	xv
Acknowledgment	xvii
1 Introduction	1
1.1 Background	1
1.2 Motivation	2
1.3 Research Objectives	3
1.4 Proposed Methodology	3
1.5 Thesis Roadmap	4
2 Background	5
2.1 Related Work	5
2.1.1 Platform-Based Design	5
2.1.2 Hardware/Software Co-Design	6
2.1.3 RTOS and Co-Design	7
2.2 Real Time Operating System - An Introduction	7
2.3 Review on Used EDA Tools	8
2.3.1 Seamless CVE	9

2.3.2	Performance Profiler	10
2.3.3	Platform Express	11
2.3.4	Application Specific Assistant Processor (ASAP)	13
2.3.5	Nucleus Real Time Operating System	13
2.3.6	Other Tools	17
2.4	Concluding Remarks	17
3	Proposed Methodology	19
3.1	Proposed Co-Design Methodology	19
3.1.1	System Co-Specification	20
3.1.2	Design Integration	23
3.1.3	System Co-Verification	23
3.1.4	Performance Evaluation	24
3.1.5	Design Partitioning	24
3.1.6	System Level Co-Synthesis	25
3.2	A Data Flow Perspective	27
3.3	An RTOS-Based Platforms Perspective	27
3.3.1	Fitting RTOS in the Co-Design Flow	28
3.3.2	Effect of Partitioning on RTOS Scheduling	28
3.4	Concluding Remarks	29
4	Methodology Implementation	31
4.1	Building a Co-Design IDE: Command-Line Version	31
4.1.1	Working Strategies	31
4.1.2	Prototype Implementation	37
4.2	Building a Co-Design IDE: Graphical User Interface	52
4.2.1	Working Strategies	52
4.2.2	Prototype Implementation	55
4.3	Concluding Remarks	70
5	Methodology into Application	71
5.1	Falling Parachute Man Speed Estimator	71
5.1.1	Problem Description	71
5.1.2	Co-Design Steps	72
5.1.3	Other Co-Design Decisions	83

5.1.4	Summary	84
5.2	Blowfish Encryption System	86
5.2.1	Problem Description	86
5.2.2	Co-Design Steps	88
5.2.3	Other Co-Design Decisions	112
5.2.4	Summary	113
5.3	Partitioning Two Concurrent Tasks in an RTOS-Based Platform	114
5.3.1	Problem Description	114
5.3.2	Co-Design Steps	114
5.3.3	Summary	124
5.4	Effect of Partitioning on RTOS Scheduling - Test Case	124
5.4.1	Problem Description	124
5.4.2	Co-Design Steps	124
5.4.3	Summary	131
5.5	Concluding Remarks	133
6	Conclusions and Future Work	135
6.1	Summary	135
6.2	Contributions	136
6.2.1	Presenting a Novel Platform-Based Co-Design Methodology	136
6.2.2	Profiling the Effect of Moving Functions to Hardware	136
6.2.3	Studying the Effect of Co-Design on RTOS-Based Systems	136
6.2.4	Incorporating the IP-XACT Technology	137
6.3	Directions for Future Research	137
6.3.1	Enhancing the Performance Criteria	137
6.3.2	Moving Hardware Functions to Software	137
6.3.3	Fitting a Partitioning Algorithm	138
A	The Prototype Template Files	139
A.1	XML DATA Template	139
A.2	ASAP Makefile Template	142
A.3	ASAP Options File Template	148
B	Writing C Testbenches	151