

عمل تكامل بين طرق التحليل الثابت والتحليل الديناميكي للكشف
عن الأخطاء الديناميكية في برامج MPI

رنا عبد الرزاق حامد النمري

بحث مقدم لنيل درجة الماجستير في العلوم
(علوم الحاسب الآلي)

بإشراف: د. مي أحمد فاضل

كلية الحاسبات وتقنية المعلومات
جامعة الملك عبد العزيز
جدة – المملكة العربية السعودية
رمضان 1439هـ – يونيو 2018 م

بين طرق التحليل الثابت والتحليل الديناميكي للكشف عن الأخطاء الديناميكية في برامج MPI

رنا عبد الرزاق حامد النمري

المستخلص

تعد واجهة تمرير الرسائل المعيار الفعلي لبرمجة الحواسيب عالية الأداء وهي جاهزة لتوسيع نطاقها إلى نطاق أنظمة متطرفة مع الملايين من العقد والمليارات من الأنوية. ومع هذا الكم الهائل من المكونات ستكون واجهة تمرير الرسائل عرضة للأخطاء فالكثير من الأخطاء يمكن أن تظهر عند التنفيذ مثل الجمود وتسابق الاستدعاءات. الاختبار والفحص يكون له قيمة عالية في اكتشاف الأخطاء في البرامج، وعلاوة على ذلك إن لم يوجد أخطاء في البرامج تقنيات الاختبار ستزيد من الثقة في البرنامج لأنه صحيح وبدون أخطاء. تساهم هذه الرسالة في الكشف المبكر لبعض أنواع الأخطاء خلال التحليل الثابت عن طريق تمثيل جديد لبرامج MPI باستخدام وبعده امتداداً لتمثيل clang compiler. يقدم هذا التمثيل معلومات مفصلة حول تبادل الرسائل يتم من خلالها اكتشاف الأخطاء كالجمود وتسابق الاستدعاءات في الاتصالات بين عمليتين أو بين مجموعة عمليات. يتم الإعلان عن الأخطاء المحتملة في مرحلة التحليل الثابت وبالتالي يتم فقط فحص المسارات التي تحتوي على أخطاء محتملة في مرحلة التحليل الديناميكي بدلاً من فحص جميع المسارات وبالتالي يقل وقت التشغيل. أظهرت النتائج قدرة الأداة على اكتشاف الأخطاء عند تطبيقها على مجموعة من البرامج.

Integrating static and dynamic analysis techniques for detecting dynamic errors in MPI programs

Rana AbdulRazaq Hamed Alnemari

**A thesis submitted for the requirements of the degree of Master of Science in
computer science**

**Supervised By
{Dr. Mai Ahmed Fadel}**

**Faculty of Computing and Information Technology
KING ABDULAZIZ UNIVERSITY
JEDDAH-SAUDI ARABIA
Ramadan 1439H – June 2018 G**

Integrating static and dynamic analysis techniques for detecting dynamic errors in MPI programs

Rana AbdulRazaq Alnemary

ABSTRACT

Message passing interface (MPI) is the de-facto standard for programming high performance computing applications and it is ready for scaling to extreme scale system with millions of nodes and billions of cores with this huge number of components MPI will be error prone. Many types of errors can occur with MPI implementation such as deadlock and message condition. Testing and model checking have important value which is to find errors in programs. Further, if no errors are to be found these techniques will increase the confidence that the program is correct. Testing tools can assist application developers in the detection of such errors. This thesis contributes to the early detection of some scenarios of errors during static analysis by defining a novel representation of the target application based on stack structures. The representation is an extension of the one used by the clang compiler. This fine-grained representation allows for analyzing the flow of concurrent messages being exchanged, which is important for deadlock errors and race conditions detection. We detect these kinds of errors in point-to-point and collective communication. In a broader context, this thesis aims to improve the performance of error detection in MPI applications by integrating static analysis and dynamic analysis, where potential problematic constructs that are reported by the static part of our tool are further checked during program execution. Hence, we focus our analysis to consider only the highlighted paths, to be able to reduce time overhead of dynamic analysis. Several mini-programs are selected from a benchmark that contain examples of the errors identified by our work. These mini-programs are then tested by our tool. The experimental results show that our tool is capable of finding deadlocks and race conditions.