**Model Checking**

فحص النموذج هو الأسلوب الأساسي الذي تستخدمه الأدوات لتحليل سلوك النظام المتسلسل خلال فترة زمنية. بالنظر إلى مجموعة من المتطلبات المحددة على أنها خصائص منطقية زمنية ونظام حالة محدودة ، يمكن لخوارزمية فحص النموذج البحث في الحالات المستقبلية المحتملة وتحديد ما إذا كان قد تم انتهاك خاصية ما.

يبدأ البحث بإنشاء مساحة حالة BDD للحالة الأولية ، حيث يحتمل أن تحتوي جميع المتغيرات على أي قيمة ما لم يتم توفير قيد صريح. باستخدام انتقالات النظام (المشفرة على أنها BDDs) ، يمكن توسيع مساحة حالة BDD لتشمل جميع الحالات التالية الممكنة. يمكن تكرار هذه العملية (تسمى قابلية الوصول) حتى تتم إضافة جميع الحالات المستقبلية المحتملة إلى BDD. بينما لا يمكن التنبؤ بعدد المرات التي تحتاج فيها العملية للتكرار ، يتم الوصول إلى نقطة ثابتة عند عدم إضافة حالات جديدة إلى حالة BDD. في هذه المرحلة ، تم تحليل المجموعة الكاملة من السلوكيات الممكنة: تطبيق التحولات على أي من الحالات الحالية لا ينتج عنه حالات جديدة يمكن إضافتها.في حالة اكتشاف انتهاك ، يعمل مدقق النموذج بشكل عكسي من مرحلة الانتهاك إلى الشروط الأولية لإنشاء مثال محدد لكيفية الوصول إلى الحالة السيئة. قد يكون هناك العديد من الطرق المختلفة التي يمكن من خلالها الوصول إلى حالة الانتهاك. تُرجع مدققات النماذج عمومًا أقصر مسار ممكن ، على الرغم من أن بعضها يمكن أن يوفر مسارات متعددة أو تلميحات أخرى للمساعدة في الجذر الذي يسبب المشكلة.

يمكن لمدقق النموذج إرجاع النتيجة التي تفيد بأن المواصفات مستوفاة ، أو إرجاع انتهاك ، أو عدم تقديمه إما بسبب انفجار حسابي ، حيث تنتهي مهلة الأداة أو تنشئ BDDs التي تستهلك كل الذاكرة المتاحة.

بينما توفر BDDs وسيلة للتحقق الكامل من أن التصميم يلبي مواصفاته ، إلا أن هناك حدودًا عملية على مدى حجم التصميم الذي يمكن التحقق منه. كما أشرنا سابقًا ، يمكن أن تنمو نماذج BDD بشكل كبير مع كل عنصر إدخال أو حالة إضافية. من خلال الترتيب الدقيق للمتغيرات ، يمكن ترويض BDDs في كثير من الحالات. بالنسبة للتصميمات الأكبر ، غالبًا ما تتطلب عمليات النفخ في الوقت والمكان جهدًا يدويًا أو استخدام أساليب توجيهية أكثر تقدمًا لتطبيق تقسيم الحالة ، أو تفترض ضمانة المنطق ، أو استخدام افتراضات مبسطة للحصول على نتيجة. يمكن لمثل هذه الاستراتيجيات في كثير من الأحيان تحويل النمو الأسي إلى مجموعة من المشاكل الأصغر التي يمكن أن تتناسب مع المساحة المتاحة.

ويعد فحص النموذج طريقة للتحقق مما إذا كان نموذج الحالة المحدودة للنظام يفي بمواصفات معينة (يُعرف أيضًا باسم الصواب). يرتبط هذا عادةً بأنظمة الأجهزة أو البرامج ، حيث تحتوي المواصفات على متطلبات الحياة (مثل تجنب القفل المباشر) بالإضافة إلى متطلبات السلامة (مثل تجنب الحالات التي تمثل تعطل النظام).

ويتم تطوير تقنيات فحص النموذج للتحقق من الخصائص الزمنية (عمليات التنفيذ) للأنظمة المتزامنة ذات الحالة المحدودة. على غرار قواعد البيانات الزمنية ، فإن الإدخال إلى مدقق النموذج هو ترميز محدود لجميع عمليات الإعدام المحتملة للنظام (غالبًا في شكل نظام انتقالي محدد للحالة) واستعلام ، يتم صياغته عادةً في لهجة المنطق الزمني الافتراضي.