



UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN

# Síntesis de Controladores Actualizables Dinámicamente: Herramienta MTSA

Tesis presentada para optar al título de  
Licenciado en Ciencias de la Computación

Leandro Ezequiel Nahabedian

Director: Nicolás Roque D'Ippolito

Buenos Aires, Argentina 2014



# SÍNTESIS DE CONTROLADORES ACTUALIZABLES DINÁMICAMENTE

Es esperado que muchos sistemas corran continuamente mientras el ambiente cambia y los requerimientos evolucionan, por lo tanto las implementaciones de dichos sistemas deben ser actualizados dinámicamente para satisfacer los cambios de requerimientos, respetando los cambios del ambiente. Lo complejo de este paso, es poder determinar en que puntos de la ejecución previa es seguro hacer la actualización, y si es seguro, como deberá seguir ejecutando el nuevo sistema. Tanto la máquina, como el ambiente y los requerimientos, pueden ser interpretados por modelos de comportamiento que son estructuras formales que definen acciones que pueden suceder. Mediante la síntesis de controladores podremos obtener modelos de forma correcta debido a que son obtenidos mediante construcciones.

El enfoque de esta tesis es definir y plantear formalmente mediante síntesis de controladores el problema de la actualización dinámica, detallando un conjunto de inputs necesarios para la solución del mismo. A su vez, desarrollaremos varios casos de test utilizando la herramienta MTSA (Modal Transition System Analyser) dejando constancia de que los inputs definidos son suficientes para obtener el controlador buscado.

**Palabras claves:** *Ingeniería de requerimientos; Síntesis de controladores; Actualización dinámica; Especificación basada en eventos; MTSA framework; Concurrencia, LTS; Fluent; LTL.*



## AGRADECIMIENTOS

Quiero aprovechar este espacio para agradecer



*A mi familia con todo mi amor.*





## Índice general

1.. Introducción . . . . .	1
1.1. Motivación . . . . .	1
1.2. Resumen de la contribución . . . . .	2
1.3. Esquema de tesis . . . . .	3
2.. Fundamentos Teóricos . . . . .	5
2.1. El mundo y la máquina . . . . .	5
2.2. Problema de controladores actualizables . . . . .	5
2.3. Labelled Transition Systems . . . . .	5
2.4. Modal Transition System . . . . .	5
2.5. Fluent linear temporal logic . . . . .	5
2.6. Finite State Process . . . . .	5
2.7. Juegos de dos jugadores . . . . .	5
3.. Problema de actualización de controladores dinámicamente . . . . .	7
4.. Casos de estudio . . . . .	9
5.. Discusión y trabajos relacionados . . . . .	11
6.. Conclusiones . . . . .	13



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Motivación

Cuando trabajamos en ingeniería de requerimientos, nuestra tarea es relevar y documentar los objetivos y el funcionamiento del ambiente, para elaborar un conjunto de requerimientos cuya máquina a construir debe cumplir. Teniendo estas tres componentes, podemos formular la siguiente ecuación:  $R, D \models G$ . Donde  $R$  son los Requerimientos de la máquina,  $D$  las asunciones del dominio y  $G$  los objetivos que la máquina deberá satisfacer.

Entonces, un problema clave de la ingeniería de requerimientos puede ser visto como un problema de síntesis, tal que dado un modelo de la máquina, un modelo del mundo y un conjunto de objetivos del sistema, permite construir un modelo operacional el cual satisface los objetivos. La técnica que resuelve esta ecuación mediante los modelos mencionados es llamada síntesis de controladores y esta siendo estudiada exhaustivamente en varios aspectos de la ingeniería de los requerimientos.

La construcción de dichos modelos son una de las principales herramientas en el diseño de sistemas concurrentes, debido a que nos facilita la detección de errores de diseño en las primeras etapas de desarrollo. Por otro lado, estos modelos de comportamiento pueden resultar complejos de construir. Utilizar la técnica de síntesis anteriormente mencionada facilita la construcción tomando modelos pequeños y propiedades lógicas, que suelen ser más sencillas de especificar y de validar.

Por lo tanto, un problema de control consiste en generar automáticamente una máquina que restrinja la ocurrencia de eventos controlables basado en los eventos del mundo que se producen. Es decir, teniendo la especificación de un ambiente, asunciones, objetivos y un conjunto de acciones controlables, podemos definir una máquina cuyo comportamiento concurrente con el ambiente satisfaga las asunciones y los objetivos del sistema.

Este problema está siendo ampliamente estudiado en diferentes contextos, desde sistemas autoadaptativos hasta composición automática de web-services. Para diseñar softwares

autoadaptativos los más evolucionados fueron los basados en arquitectura y los basados en requerimientos. El primero de estos utiliza reglas de adaptación que serán utilizadas para monitorear condiciones del conjunto de operaciones del sistema y definir acciones en run-time si las condiciones son desfavorables. Por otro lado, los basados en requerimientos extienden las técnicas de ingeniería de los requerimientos con el fin de representar a los requisitos de adaptación y/o la incertidumbre inherente del medio ambiente en el que opera el sistema. El modelo más utilizado en la comunidad, hoy en día, para definir sistemas autoadaptables es el modelo arquitectural.

Actualmente, trabajos recientes en el área de sistemas auto adaptativos definen una técnica para lograr encontrar estados de la ejecución del controlador en los cuales es seguro realizar una actualización y seguir ejecutando el nuevo controlador sin tener que apagar y prender el primero. Sin embargo, dicho problema no ha sido estudiado en el marco de síntesis de controladores.

## **1.2. Resumen de la contribución**

Trabajos previos en el área de ingeniería de los requerimientos han estudiado la necesidad de técnicas de sistemas adaptativos debido a la necesidad de cambiar el ambiente o los requerimientos de un sistema sin frenar o interrumpir su ejecución.

La contribución central de esta tesis es la presentación de una técnica que produce la actualización automática de sistemas. Dicha técnica, propone mejorar ciertos problemas que las anteriores estrategias padecían, como la necesidad de conocer estados de la ejecución en los cuales es "seguro" actualizar y si lo es detectaremos cual es el estado equivalente en el sistema actualizado. Detallaremos en el capítulo BLA por qué y cómo resolvemos dichas complicaciones.

Por otro lado, lo novedoso del trabajo presentado es el enfoque usado. La actualización automática de sistemas ha sido estudiado en diversos enfoques pero no bajo el marco de síntesis de controladores. Al presentar dicha técnica bajo un marco no explorado abrimos a la comunidad científica un nuevo paradigma que podría potencialmente solucionar problemas en otras áreas relacionadas con la ingeniería de los requerimientos.

### 1.3. Esquema de tesis



## 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

- 2.1. El mundo y la máquina
- 2.2. Problema de controladores actualizables
- 2.3. Labelled Transition Systems
- 2.4. Modal Transition System
- 2.5. Fluent linear temporal logic
- 2.6. Finite State Process
- 2.7. Juegos de dos jugadores





### **3. PROBLEMA DE ACTUALIZACIÓN DE CONTROLADORES DINÁMICAMENTE**



#### **4. CASOS DE ESTUDIO**



## **5. DISCUSIÓN Y TRABAJOS RELACIONADOS**



## 6. CONCLUSIONES

