

 Workshop en simulación basada en agentes

Bogotá, Colombia - 12 y 13 de diciembre

Simulación basada en agentes

Una metodología para la investigación en ciencia e ingeniería

David Anzola Pinzón
Nelson Gómez Cruz
John Vargas
Daniel Rodríguez Cárdenas

Centro de Innovación - INNOVA
Escuela de Administración
Universidad del Rosario




Verificación y validación

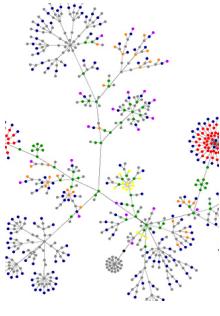
 Workshop en simulación basada en agentes



Agenda

- Definiciones, ¿cómo usarlo?
- ¿Cómo hacer verificación?
 - Errores comunes y soluciones
- ¿Cómo hacer validación?
 - Tipos, propósito/uso

Por favor interrumpa con preguntas!



 Workshop en simulación basada en agentes



Definiciones básicas

- **Verificación:**
 - ¿El modelo es correcto?
 - ¿Hace lo que se supone debe hacer?
 - Deshacerse de los errores
- **Validación:**
 - ¿Es el modelo correcto?
 - Este modelo representa de manera correcta el fenómeno de interés.
 - Comparado con la experiencia (datos) y otro modelos, ¿captura los conceptos deseados?



 Workshop en simulación basada en agentes



Definiciones avanzadas

Verificación: ¿El modelo está correcto?

Verificación

En el sentido más general, la **verificación** es la comprobación de algo. Este término se utiliza especialmente en las ciencias, ingeniería, derecho y computación.

La verificación y **reproducibilidad** en un experimento o investigación científica es un paso necesario para probar una teoría. Pero, aunque resulte positiva, no asegura que el resultado verificado sea correcto.

Verification

Verify or verification may refer to:

- Verification and validation, in engineering or quality management systems, is the act of reviewing, inspecting or testing, in order to establish and document that a product, service or system meets regulatory or technical standards
- Verification (spaceflight), in the space systems engineering area, covers the processes of qualification and acceptance
- Verification theory, philosophical theory relating the meaning of a statement to how it is verified
- Third-party verification, use of an independent organization to verify the identity of a customer
- Authentication, confirming the truth of an attribute claimed by an entity, such as an identity
- Forecast verification, verifying prognostic output from a numerical model

[Look up verification in Wiktionary, the free dictionary.]

 Workshop en simulación basada en agentes
Simulación basada en agentes
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería
Universidad de Bélgica

Definiciones avanzadas

Validación: ¿Es el modelo correcto?

• Validar:

Establecer la solidez de algo; corroborar

• Validación:

“En modelación y simulación, el proceso de determinar el grado en el que el modelo o la simulación corresponde al mundo real desde la perspectiva del uso y propósito del modelo.”

[www.thefreedictionary.com/validation]

 Workshop en simulación basada en agentes
Simulación basada en agentes
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería
Universidad de Bélgica

Definiciones avanzadas

Verificación y Validación

• En administración y construcción software, pruebas e ingeniería de software, Verificación y Validación (V&V) es el proceso de comprobar que el modelo reúne las especificaciones y cumple el propósito para el cual fue construido.

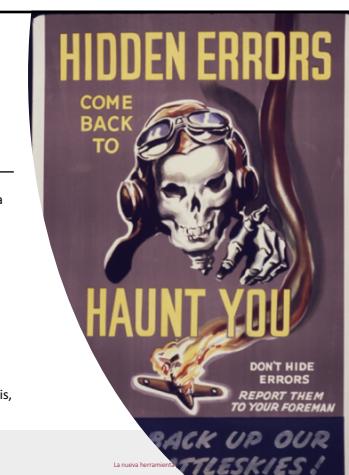
[[http://en.wikipedia.org/wiki/Verification_and_validation_\(software\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Verification_and_validation_(software))]

 Workshop en simulación basada en agentes
Simulación basada en agentes
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería
Universidad de Bélgica

Una advertencia

Nunca se sienta mal por cometer errores

- La verificación es a menudo descuidada
- Los científicos de la computación la consideran una parte fundamental del desarrollo de software
- Los errores son comunes y fácil de obviárselos a menos de que se tenga cuidado.
- Es eficiente tener este concepto en cuenta desde el principio y no solo al final.
- Las pruebas son inseparables del análisis, particularmente en MBA.

 HIDDEN ERRORS
COME BACK TO HAUNT YOU
DON'T HIDE ERRORS REPORT THEM TO YOUR FOREMAN
BACK UP OUR SKIES!
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería
Universidad de Bélgica

Errores comunes

1. Errores tipográficos – El corrector de sintaxis a veces ayuda pero no siempre!
2. Errores de sintaxis – Paréntesis, espacios. La mayoría de estos errores los detecta el corrector de sintaxis.
3. Uso incorrecto de **tipos de datos**.
4. Configuración incorrecta de la **interfaz**.
5. Errores en tiempo de ejecución – División por cero, preguntar por agentes que ya no existen.
6. Errores **lógicos** – Ecuaciones erróneas, condicionales mal formulados.
7. Errores de **formulación** – revisión del diseño del modelo al entenderlo una vez se codifica.



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes

Universidad de Bremen

Haciendo verificación (1)

Piense en las prácticas generales de codificación y verificación que realiza durante y después de implementar el código.

1. Elegancia de código - fácil de decir, difícil de hacer.
2. Use un gran número de salidas y monitores para comprobar el buen funcionamiento del modelo – incluso si estos no son utilizados en el modelo final.
3. Observe cuidadosamente la simulación paso a paso, línea por línea, procedimiento por procedimiento.
4. Use los comentarios libremente.
5. Puede usar los "switches" para activar la depuración del código.



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes

Universidad de Bremen

Simulación basada en agentes

Universidad de Bremen

Haciendo verificación (2)

1. El **validador de sintaxis** es su mejor amigo!
2. Comprobación **visual** – compruebe los monitores y salidas del modelo - ¿qué espera ver? Piense en las variables importantes
3. Imprima **salidas por consola** – código como salidas y mensajes por consola (`print`, `show`, `type`, `write`), ayudan a visualizar salidas de variables cuando tomen valores incorrectos o un procedimiento está dentro de bucles infinitos.
4. Monitoree los agentes – click derecho en los agentes y *patches* y compruebe los parámetros.
5. Compruebe **valores extremos** – varios problemas y comportamientos predecibles se encuentran en los valores extremos.
6. Pruebas a procedimientos – Escriba procedimientos que realicen pruebas automáticas



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes

Universidad de Bremen

Haciendo verificación (3)

1. Pruebe los programas – si observa que la implementación de su idea es bastante complicada, cree pruebas de concepto más pequeños.
2. Revise el código – Por un segundo investigador - ¿El código hace lo que debería hacer? ¿Ha documentado todos los parámetros y configuraciones importantes? ¿Está el código bien organizado y entendible?
3. Analice el modelo en **múltiples ejecuciones** – Utilizando “*behaviourSpace*” o escribiendo las salidas en archivos.
4. Implementación independiente de sub-modelos – Compare modelos en diferentes plataformas, basado en la implementación hechas por colegas. ¿Se obtienen los mismos resultados?



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes

Universidad de Bremen

Haciendo verificación (4)

- Documente las pruebas / verificación
 - Le da a su trabajo credibilidad
 - Ayuda repetir las pruebas cuando sea necesario
- Documente todo los pasos que realizó, cuándo los realizó y qué sucedió.



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



Haciendo validación (1)

- ¿El modelo luce como el **mundo real**?
- ¿Cuál es el **propósito** (y el tipo) del modelo?
- ¿Considera usted que el modelo **cumple las características propuestas**?
- ¿Cuánta **validación cuantitativa** se debe realizar?

-Estas validaciones se pueden traslapar-

1. Formalizar, probar y explorar la teoría - modelo abstracto
2. Desarrollar una teoría de rango medio, entender un ejemplo más aplicado - modelo de rango medio
3. Modelar una situación específica - realizar una predicción/pronóstico



Haciendo validación (2)

- Formalizar, probar y explorar la teoría – modelo abstracto



Objetivo:

- Demostrar algún proceso o mecanismo (probablemente emergente).

Ejemplo:

- Modelos de opinión, dinámicas.

Criterios de validación:

- ¿El modelo genera comportamientos emergentes?
- De manera cualitativa ¿se ensamblan patrones plausibles?
- ¿Nos enseña el modelo algo que no podemos observar sin él?

Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



Haciendo validación (3)

- Desarrollar una teoría de rango medio - entender un ejemplo más aplicado.

Objetivo:

- Describir las características generales de un fenómeno particular.
- Aplicable a múltiples casos – hay datos, pero... ¿suficientes?

Ejemplo:

- Modelos de redes de innovación, conservación del agua, cultivos (SWAP model)

Criterios de validación:

- ¿El modelo ejemplifica patrones cualitativos que se observan en el mundo real?
- ¿Se pueden reproducir los patrones a lo largo de múltiples casos de estudio?
- ¿Se observan dinámicas similares al mundo real?
- ¿Cuenta una historia amigable? "history-friendly"

Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



Haciendo validación (4)

- Modelar una situación específica - realizar una predicción/pronóstico

Objetivo:

- Modelar en detalle un sistema social, biológico, ingenieril y realizar una predicción acerca del sistema.
- Sobre la incertidumbre de los sistemas complejos - ¿podemos hacer predicciones? ¿Podemos buscar políticas, comportamientos de usuarios?

Ejemplos:

- Modelamiento de tráfico, peatones.

Criterios de validación:

- ¿El modelo reproduce patrones cuantitativos del mundo real?



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



Modelamiento orientado a patrones

- Aplicable a modelos abstractos y de rango medio

Idea básica:

- Recolectar datos de entrada: características de los agentes, contexto, etc.
- Recolectar datos de salida: patrones que el modelo puede reproducir. Los datos de salida deben ser descripciones cualitativas del patrón. La variable X es lenta al principio pero acelera rápidamente antes de abandonar el espacio.
- Realizar experimentos varias veces.
- Calibrar el modelo para un caso de estudio. Después probar si genera resultados cualitativos similares a los del caso de estudio cuando tiene parámetros iniciales similares.



Simulación basada en agentes
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



Validación por partes interesadas

- Comprometerse con los expertos y partes interesadas en el sistema que está modelando – Cada vez más común / necesario.

Puede validar:

- Las reglas locales (**micro**)
- Las salidas generales (**macro**)

¿Está usted de acuerdo con los comportamientos identificados?

- Proceso cualitativo – ¿cómo se puede medir y almacenar?



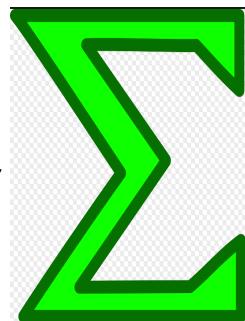
Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



Resumen

- Definición de validación y verificación
- Errores comunes en la codificación
- Formas de hacer verificación
- Validación - que significa, dependiendo del propósito del modelo
- Técnicas – modelado orientado a patrones, partes interesadas



Simulación basada en agentes
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



Replicabilidad

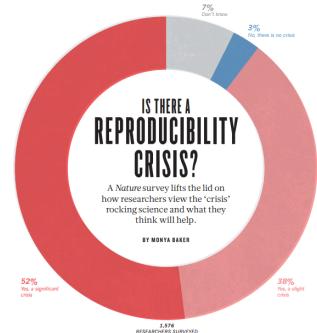


Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



Reproducibilidad



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



Reproducibilidad: dimensiones

- Tiempo
- Hardware
- Lenguaje
- Software
- Algoritmo
- Autores



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



Reproducibilidad: estándares

- Una replicación exitosa es aquella donde el replicante es capaz de establecer que el output del modelo replicado es suficientemente similar al output del modelo original.
- Estándares de replicabilidad
- Axtell *et al.* (1996) proponen tres criterios:
 - Identidad numérica
 - Equivalencia distribucional
 - Alineamiento relacional



Workshop en simulación basada en agentes

Simulación basada en agentes
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



Reproducibilidad: estándares

- Una replicación exitosa es aquella donde el replicante es capaz de establecer que el output del modelo replicado es suficientemente similar al output del modelo original.
- Estándares de replicabilidad
- Axtell *et al.* (1996) proponen tres criterios:
 - Identidad numérica
 - Equivalencia distribucional
 - Alineamiento relacional



Workshop en simulación basada en agentes



Simulación basada en agentes



Universidad de Bremen

Para replicantes

- Categorías de estándares de replicación
- Identificar métricas para verificar el cumplimiento del objetivo
- Nivel de comunicación
- Familiaridad con el lenguaje/herramienta del modelo original
- Nivel de relación con el código fuente
- Exposición a la implementación original
- Exploración del espacio paramétral



Workshop en simulación basada en agentes



Simulación basada en agentes



La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



Universidad de Bremen

Para autores

- Nivel de especificidad del modelo conceptual
- Especificación de los detalles del modelo
- Autoría/implementación del modelo
- Disponibilidad del modelo
- Análisis de sensibilidad



Workshop en simulación basada en agentes



Simulación basada en agentes



Protocolo ODD: Overview, Design & Details

The ODD protocol: A review and first update

Volker Grimm^{a,}, Uta Berger^b, Donald L. DeAngelis^c, Gary Poehl^d, Jarl Giske^e, Steven F. Railsback^{f,g}*

^aInstitute for Environmental Research—UFZ, Department of Ecological Modelling, Postfach 11 603, Leipzig, Germany
^bBiogeographical Research Institute and Chair of Biology, University of Regensburg, 93040 Regensburg, Germany
^cDepartment of Biological Sciences, University of Northern Colorado, Greeley, CO 80639, USA
^dDepartment of Biological Sciences, University of Northern Colorado, Greeley, CO 80639, USA
^eDepartment of Mathematics, Institute for Geometric Analysis, 1090 Vienna, Austria
^fEcology, Evolution and Behavior, University of Minnesota, Minneapolis, MN 55455, USA
^gEcology, Evolution and Behavior, University of Minnesota, Minneapolis, MN 55455, USA

ODD Updated

*Journal of Artificial Societies and Social Simulation 13 (4) 9
<<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/13/4/9.html>>
DOI: 10.18564/jasss.1700*

A standard protocol for describing individual-based and agent-based models

Volker Grimm^{a,}, Uta Berger^b, Finn Battistelli^b, Sigrunn Elsasser^b, Vincent Grégoire^b, Jarl Giske^c, John Goss-Custard^d, Tamara Grasdorf^b, Simone K. Hettler^b, Gerd Heuer^c, Andreas Huth^e, Jane U. Jepsen^e, Christian Jørgensen^e, Wilf M. Mool^e, Birgit Müller^e, Jay P. Ober^f, Cyril P. Owen^f, Michael R. Parsons^f, Steeve M. Robbins^f, Martha M. Robbins^f, Don Rossiter^f, Nadin Rüger^f, Espen Strand^f, Sami Souissi^f, Richard A. Shillinger^f, Irene Váher^f, Ute Visser^f, Donald L. DeAngelis^f*



Workshop en simulación basada en agentes



Simulación basada en agentes



La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



Universidad de Bremen

Frameworks

MAIA: a Framework for Developing Agent-Based Social Simulations

Journal of Artificial Societies and Social Simulation 16 (2) 9
<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/16/2/9.html>
 DOI: 10.18564/jasss.2166

A Framework for Agent-Based Simulation in Tourism Planning

Authors _____ Authors and affiliations

Dingding Chao, Kazuo Furuta, Taro Kanno

POLARIS: Agent-based modeling framework development and implementation for integrated travel demand and network and operations simulations

Joshua Auld ^a, Michael Hope ^a, Hubert Ley ^a, Vadim Sokolov ^a, Bo Xu ^{a, b}, Kulin Zhang ^{a, c}, 2015



Workshop en simulación basada en agentes



Simulación basada en agentes
La nueva herramienta para investigación en ciencia e ingeniería



Universidad de Béjar