XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

A NEM-MEGFIGYELHETŐ-ÁLLAPOTTÉR TULAJDONSÁGAINAK FELTÁRÁSA A MEGFIGYELHETŐ- ÁLLAPOTTÉR VISELKEDÉSE ALAPJÁN A TANULÓ RENDSZEREKBEN

Bákai Tamás

Abstract:

Nowadays the growing demands are the dominant concept of most parts of life. To satisfy these demands the planning of more complex and flexible problem-solving systems are required. In the last decades many new technology and technique were developed to handle the growing demands. Apparently the object-oriented modelling methodology was the most efficient between these. However nowadays the growing demands of the market gradually outgrow the abilities of the pure object-oriented concepts. One of the main reasons of this is that the decomposition techniques can not handle efficiently the numerous sub-systems with varying characteristics and connections. The common problems appear in the untreatable complexity and the missed deadlines. The use of artificial intelligence means new concepts in the developing processes. The agent based programming gives the possibility to describe the functionality of the required system not only by using actions-reactions but by defining the goals and constraints in the system. The machine-learning helps to reveal the connections, relations and logical behaviour in the dynamism of the modelled system and helps to reveal the effects of the none modelled systems in the modelled system. This paper shows shortly our results in this field.

Összefoglaló:

Napjainkban az élet szinte minden területét a megnövekedett és egyre szerteágazóbb igények jellemzik. Ezeknek az igényeknek a kielégítése egyre komplexebb és rugalmasabb probléma-megoldó rendszerek tervezését teszi szükségessé. Az utóbbi évtizedekben a megnövekedett elvárások kézben tartására számtalan új technológia és technika jelent meg, melyek között az egyik legjelentősebb paradigmát az objektum orientált modellezés jelentette. Napjainkban a piac igényeinek folyamatos növekedése azonban már egyre inkább túlnő a pusztán objektum orientált eszközökkel kezelhető szinten. Ennek egyik fő oka, hogy a számtalan és folyamatosan változó jellegű részrendszerek és kapcsolataik kezelésében már a különböző dekompozíciós módszerek sem nyújtanak elegendő segítséget. Ennek következményei elsősorban a modellezett rendszer komplexitásának kezelhetetlenségében és a határidők túllépésében jelentkeznek. A mesterséges intelligencia alkalmazása új lehetőségeket nyújt a fejlesztési folyamatokban. Az ágens orientált modellezés lehetővé teszi modellezett rendszer dinamikus viselkedésének akciók-reakciók megadása helyett célok és korlátozások definiálásával végzett leírását. A gépi tanulás alkalmazásával pedig a megfigyelt rendszer dinamikus jellegében rejlő kapcsolatok, relációk, logikai összefüggések feltárásának feladata vehető le a fejlesztő mérnök válláról. A gépi tanulás alkalmazása ezen túlmenően lehetőséget nyújt a nem modellezett rendszerek modellezett rendszerre gyakorolt hatásainak a felismerésében és feltárásában is. Az ezen a területen elért eredményeink rövid bemutatásával foglalkozik ez a cikk.

1. A megfigyelhető rendszer modellezése

A gépi-tanulás alapgondolata, hogy egy működő és részben vagy egészben megfigyelhető rendszer (megfigyelt rendszer) viselkedésének feltárását végzi egy mesterséges intelligenciás eszközökkel modellezett megfigyelő rendszer [1]. Az általunk megvalósított szoftverben a megfigyelt rendszer objektum, attribútum, érték, aktivitás négyessel lett modellezve. Minden objektumhoz egy vagy több attribútum és nulla vagy több aktivitás valamint minden attribútumhoz kettő vagy több érték rendelhető [2]. Mivel az aktivitásokhoz és az értékekhez nem kapcsolódnak további alelemek így ezek jelentik a modell levél-csomópontjait. Minden levél-csomópontnak van egy szülő-csomópontja: ez érték típusú levél-csomópont esetén az az attribútum, míg aktivitás típusú levél-csomópont esetén az az objektum amelyikhez az adott levél-csomópont hozzá van rendelve. Minden levél-csomópontnak van továbbá egy szuper-szülő csomópontja amely azt a csomópontot határozza meg, melynek az adott levél-csomópont egy lehetséges értékét reprezentálja. Minden érték típusú levél-csomópont a hozzá tartozó attribútumnak egy lehetséges értékét reprezentálja, így minden érték típusú levél-csomópont szuper-szülője azonos az adott levél-csomópont szülő csomópontjával. Minden aktivitás típusú levél-csomópont a megfigyelt rendszer eseményeinek egy lehetséges értékét reprezentálja, így minden aktivitás típusú levél-csomópont szuper-szülője azonos a megfigyelt rendszerrel. Minden szuper-szülő csomópontnak a megfigyelt rendszer minden állapotváltási lépésében van egy kitüntetett levél-csomópontja a lehetséges levél-csomópontjai között (aktív levél-csomópont), amelyik az adott szuper-szülő csomópont állapotát reprezentálja az adott állapotváltási lépésben. Ennek megfelelően a megfigyelt rendszer n . állapota az n . állapotban aktív, érték típusú levélcsomópontok halmazával míg az n . állapotban bekövetkező esemény az n . állapotváltási lépésben aktív, aktivitás típusú levélcsomóponttal írható le.

A megfigyelő rendszerben a megfigyelt rendszer dinamikus viselkedése állapotokkal és állapotváltozásokat előidéző eseményekkel kerül modellezésre. A modellezési koncepció alapelve, hogy a megfigyelt rendszer az n . állapotából az n . állapotban bekövetkező esemény hatására az $n+1$. állapotába kerül. A megfigyelt rendszer n . állapotváltási lépése az n . eseménynek és az $n+1$. állapotnak a megjelenéséből áll. A megfigyelő rendszer a megfigyelt rendszer dinamikus viselkedésének leírását a History adatbázisban tárolja. A History-ban időrendi sorrendben szerepelnek a megfigyelt rendszer eddig megfigyelt állapotai és az állapotváltozásokat előidéző események. Az n . History bejegyzés a megfigyelt rendszer n . állapotát és az n . állapotban bekövetkezett eseményt tárolja. Az események az állapotváltozások vezérlő jeleit reprezentálják. Az n . állapotváltási lépésben aktív események az $n+1$. állapotba jutást generáló tranzienst jellegű információkat reprezentálják és az $n+1$. állapot bekövetkezével inaktívvá válnak. A megfigyelt rendszer eseményei a megfigyelt rendszer objektumaihoz rendelt aktivitásokkal lettek modellezve. Az azonos leírással rendelkező állapotokat, eseményeket és History bejegyzéseket egymással ekvivalenseknek nevezzük. Mivel a megfigyelő rendszer megfigyelési sebessége jóval gyorsabb a megfigyelt rendszer

állapotváltozási sebességétől, ezért a megfigyelt rendszerben aktívvá váló események között egyértelmű sorrendiség határozható meg. Ez a megfigyelt rendszer dinamikus jellegének modellezése szempontjából azt eredményezi, hogy a megfigyelt rendszer összes aktivitása közül minden állapotváltozási lépésben csak egy válik aktívvá.

2. Az állapotváltozások inkonzisztenciájának értelmezése

A History bejegyzések egyszerűbb reprezentálhatósága érdekében a továbbiakban jelöljön minden History bejegyzést az abc egy-egy betűje. Jelölje azonos betű az ekvivalens History bejegyzéseket és különböző a nem ekvivalenseket. Ezek alapján a History egy lehetséges tartalma lehet következő:

idő	VSS
0	A
1	B
2	C
3	A
4	B

A History bejegyzések ekvivalenciája szempontjából az állapotváltozásoknak négy típusa különböztethető meg:

1. A → C A → C	2. A → C A → D
3. A → C B → C	4. A → C B → D

Az 1., 3., illetve 4. típusú állapotváltozásokban a kiinduló állapot és az aktivitás egyértelműen meghatározzák a célállapotot. Az ilyen tulajdonsággal rendelkező állapotváltozásokat konzisztenseknek nevezzük. A 2. típusú állapotváltozásban a kiinduló állapot és az aktivitás nem határozza meg egyértelműen a célállapotot. Az ilyen tulajdonsággal rendelkező állapotváltozásokat inkonzisztenseknek nevezzük. Ha egy rendszer állapotváltozási folyamatában inkonzisztens állapotváltozás található, akkor egy ilyen rendszerben nem lehetséges az állapotváltozások ok-okozati összefüggéseinek a feltárása, mivel egymással ekvivalens állapotok és aktivitások egymással nem ekvivalens állapotokat eredményezhetnek.

3. Az inkonzisztens állapotváltozások tulajdonságai és megszüntetésük módszerei

Ha a modellezett rendszer működése során inkonzisztens állapotváltozás lép fel, akkor ez egy eddig figyelmen kívül hagyott, plusz információ létezését bizonyítja. Ez a plusz információ biztosítja, hogy a

2. típusú állapotváltozásokban a kiinduló állapotok vagy aktivitások ekvivalenciája megszűnjön. Ezáltal a 2. típusú állapotváltozások 4. típusúvá alakíthatóak át, mellyel megszüntető az állapotváltozások inkonzisztenciája. A plusz információ származása szerint megkülönböztetünk nem megfigyelhető állapottér (NVSS) alapú és szekvenciális jelleg alapú inkonzisztens állapotváltozásokat. Az előzőre példa egy engedélyező bemenete nélkül modellezett logikai ÉS kapuáramkör, míg az utóbbira egy tartály feltöltő-leeresztő rendszer, melyben a félig töltött állapotból nem derül ki a rendszer következő állapota (tartály: teli / üres) [3]. Mind a két típus más-más módszert igényel az állapotváltozásokban rejlő inkonzisztenciák megszüntetéséhez. Az első eset egy nem megfigyelhető állapottér indirekt ismeretekre épülő modellezését igényli, ahol a megfigyelhető állapottér állapotváltozásaiból kell következtetni a nem megfigyelhető állapottérnek az adott állapotokban várhatóan bekövetkezett állapotára. Ezzel szemben a második esetre a History-ban történő n lépéses visszatekintés jelent hatékony megoldási módszert. Az előző – tartályt feltöltő, leeresztő rendszer - példa mutatja, hogy a tartály félig töltött állapotából még nem derül ki egyértelműen annak következő állapota, viszont a History-ban egy szintet visszalépve (üres $\rightarrow$ félig) $\rightarrow$ teli illetve (teli $\rightarrow$ félig) $\rightarrow$ üres már egyértelművé tehető a következő állapot.

Annak eldöntése, hogy mikor melyik módszert érdemes alkalmazni a megjelenő inkonzisztens állapotváltozás konzisztenssé alakítására, a modellezett rendszer jellegének részletes elemzését igényli. Az ilyen irányú kutatások a tanuló rendszer továbbfejlesztési lehetőségeit adják. Jelenlegi megállapítások szerint mind a két módszer a rá jellemző feladatok megoldásában adja az inkonzisztencia megszüntetésének legkevesebb többletinformációt igénylő leírását. Az n lépéses visszatekintés többletinformáció árán korlátozott mértékben képes az NVSS alapú inkonzisztens állapotváltozások megszüntetésére is, míg az NVSS alapú módszer szintén többletinformáció árán képes bármilyen szekvenciális jelleg alapú inkonzisztens állapotváltozás megszüntetésére. A módszerek helyes megválasztásához szükséges rendszerjellemzők feltárásáig a következő megoldási módszer lett beépítve a tanuló rendszerbe: Inkonzisztens állapotváltozás megjelenésekor először az n lépéses visszatekintés módszere kerül alkalmazásra azzal a kiegészítéssel, hogy az n értéke nem lehet nagyobb egy előre megadott számnál (korlátos n lépéses visszatekintés). Ha ezzel a módszerrel nem sikerül az inkonzisztenciát megszüntetni, akkor az NVSS alapú módszerrel kell a feladatot megoldani.

Irodalomjegyzék:

- [1] *Stuart J. Russell, Peter Norvig: Mesterséges intelligencia modern megközelítésben*, Panem Könyvkiadó, Budapest, 2000.
- [2] *Kondorosi Károly, László Zoltán, Szirmay-Kalos László: Objektum orientált szoftverfejlesztés*, ComputerBooks, Budapest, 1999.
- [3] *Bánhidi László, Oláh Miklós: Automatika mérnököknek*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.

Név: **Bákai Tamás**
Munkahely: 3515, Alkalmazott Informatikai Tanszék, Miskolci Egyetem
Telefon: 06-20-582-0583