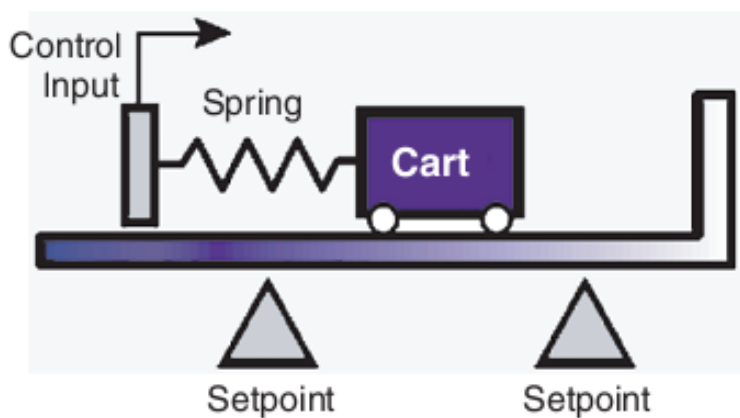




2.5. Създаване на система за вземане на решение с размита логика.

Проектирането на управление с размита логика е малко по-различно от конвенционалните методи за проектиране на управление, тъй като се отклонява от стандартните инструменти за анализ, като графиката на честотната характеристика на Боде и диаграмата на коренното място. В някои случаи може да е подходящо да се използва изцяло размит подход. Но размитата логика може да се използва и в хибриден подход с конвенционални методи за управление, като се възползват максимално от двата свята. В този раздел разглеждаме как размитата логика може да опрости планирането на усилването между два различни PID контролера. Системата, която ще разгледаме тук, е проста: система пружина-маса-амортизатор от Dynamics 101, както е илюстрирано на фиг. 1. Докато основният PID контролер ще свърши добра работа, за да го накара да се държи, размитата логика може да осигури удобен начин за постигане на строги цели за управление.



Фиг. 1. Системата за колички, която трябва да бъде контролирана

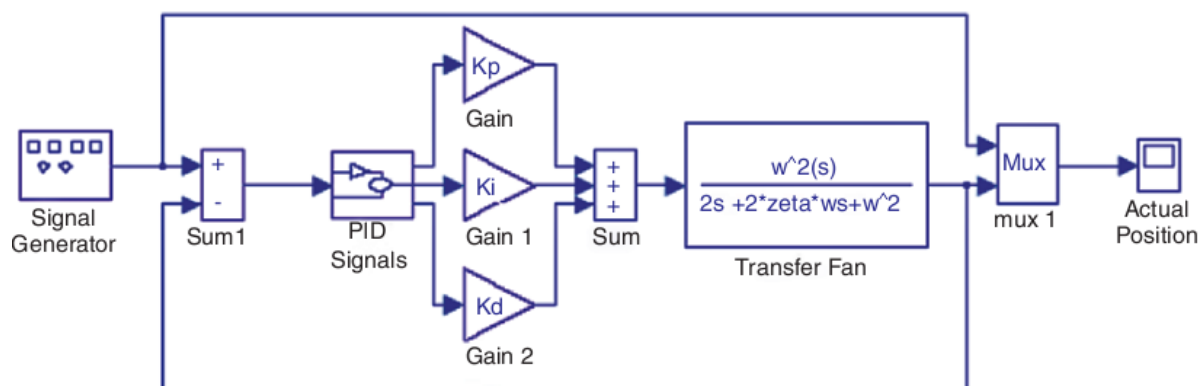


В отговор на квадратна вълна искаме да преместим количката напред и назад между точките А и Б. Забележете, че близо до точка Б има стена, твърда спирка, от която искаме да държим количката далеч. От друга страна, в точка А имаме значително повече свобода на действие. Нека приемем също, че искаме да спестим силата на управление и механичното износване, като използваме по-свободно, по-спокойно управление в точка А. Целта на дизайна е облекчено управление в точка А, стегнато управление (по-специално бърза реакция без превишаване) в точка Б. Тази ситуация е подобна на работата на ръка на робот в приложение, където искате прецизно движение в една позиция и пестене на енергия другаде. Тъй като инсталацията е проста, както прецизното управление, така и облекченото управление могат да бъдат реализирани с основен PID контролер. Но за да изпълним и двата критерия, се нуждаем от някакъв вид планиране на усилването, за да редуваме двата контролера, всеки от които има параметри на усилването, настроени за неговата специфична контролна цел. Можем да проектираме размит контролер, който да се справи с планирането на печалбата вместо нас. Нека започнем с модела Simulink на системата, показана на фиг. 2.

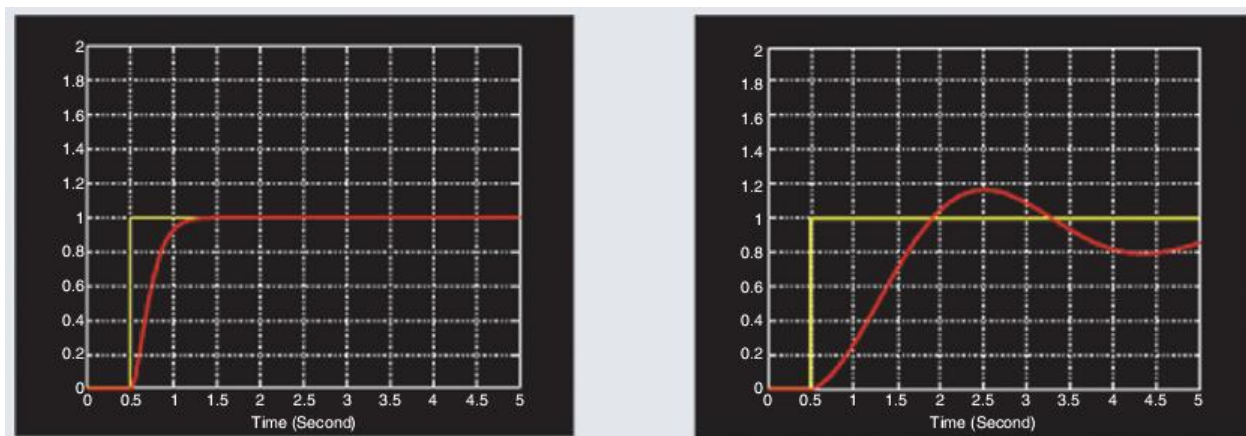
Системата на количката е леко демпфирана. Динамиката му е описана във функционалния блок на трансфера като функция на променливата на честотната област s

$$G(s) = \omega^2 / (s^2 + 2\zeta\omega s + \omega^2),$$

където естествената честота $\omega = 1 \text{ rad/s}$ и затихването е $\delta = 0,1$.



Фиг. 2. Блокова схема на Simulink на система за колички с поставен PID контролер



Фиг. 3. Ляво: стъпкова реакция на затворен контур със стегнати усилвания на контрола. Вдясно: стъпкова реакция на затворен контур със слаби усилвания на управлението.

Нека приемем, че вече сме посочили печалбите си както за строго контролираната система, така и за слабо контролираната. Има много начини да изберете тези печалби и тези, които изброяваме по-късно, не са непременно оптимални в никакъв смисъл.

www.eufunds.bg

Проект BG05M2OP001-2.016-0003, „Модернизация на Национален военен университет "В. Левски" - гр. Велико Търново и Софийски университет "Св. Климент Охридски" - гр. София, в професионално направление 5.3 Компютърна и комуникационна техника“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.

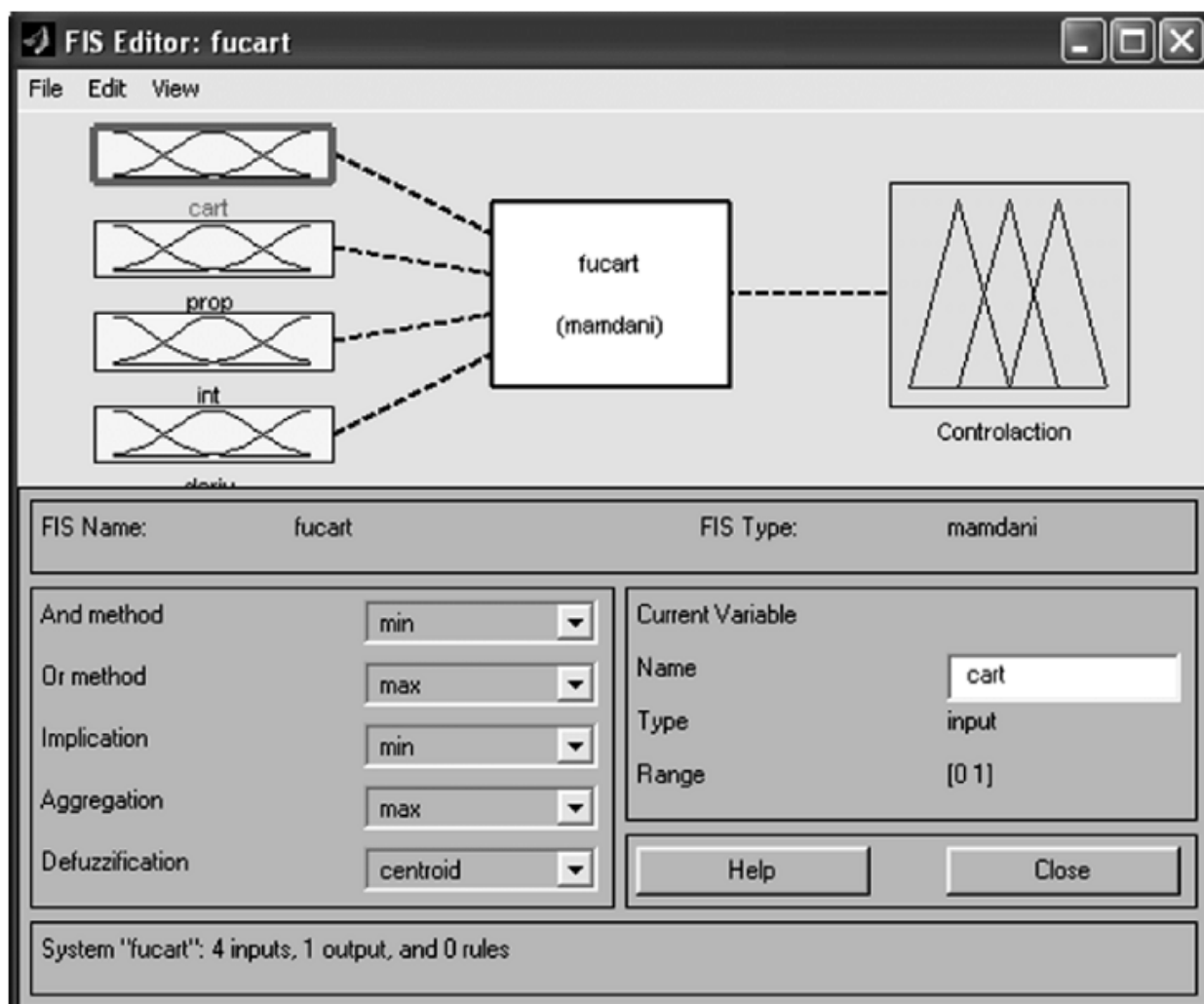


Стегнат контрол: $K_p = 60$, $K_i = 4$, $K_d = 14$,

Слаб контрол: $K_p = 5$, $K_i = 1$, $K_d = 2$.

Основното проектно ограничение, което искаме да гарантираме с строгия контрол, е нулево превишаване близо до зададена точка В. От друга страна, основното съображение за слабите печалби при управление е минимизиране на усилието за управление (като същевременно се осигурява малка степен на затихване). Фигура 3 показва стъпковия отговор на затворената верига за всеки набор от печалби.

Целта на този конкретен пример е да покаже как можем да използваме размитата логика, за да работим ръка за ръка с конвенционалното управление. Ние правим това, като използваме това, което е известно като система за размита логика Sugeno (FIS), за да реализираме комбинация от двата различни PID контролера. Първо, трябва да сме сигурни, че разбираме добре как системата Sugeno изчислява своите резултати. В система Sugeno функцията за принадлежност на изхода е линейна функция на входовете.



Фиг. 4 Редакторът на системата за размит извод във Fuzzy Logic Toolbox

Размитите правила за система с единичен вход/единичен изход изглеждат така:

Ако входът е висок, тогава изходът = $q \cdot \text{input} + r$,

www.eufunds.bg



където q е печалба, действаща на входа, а r е константа. Трябва да изградим система Sugeno с четири входа: позиция на количката (за да можем да решим дали сме близо до точка А или точка В) и сигналите Р, I и D, към които прилагаме подходящите печалби K_p , K_i , и K_d . (Проницателният читател може да забележи, че сигналът Р е същото нещо като позицията на количката, но ние ще продължим да се позоваваме на двата сигнала за яснота.) Сега можем да изградим набор от правила с точно две правила:

1. Ако количката е близо до А, тогава контролът е хлабав [затова използвайте печалбите $K_p = 5$, $K_i = 1$, $K_d = 2$],

2. Ако количката е близо до В, тогава контролът е стегнат [затова използвайте печалбите $K_p = 60$, $K_i = 4$, $K_d = 14$].

Антецедентите на тези правила (напр. „ако количката е близо до А“) зависят от функцията за членство за термините „близо до А“ и „близо до В“. Последиците от тези правила (напр. „тогава контролът е хлабав“) съдържат трите печалби K_p , K_i и K_d , които сме изчислили предварително. Една функция за членство в изхода прилага всичките три печалби наведнъж. Системата превключва между два различни контролера, така че има две изходни функции за членство и две правила.

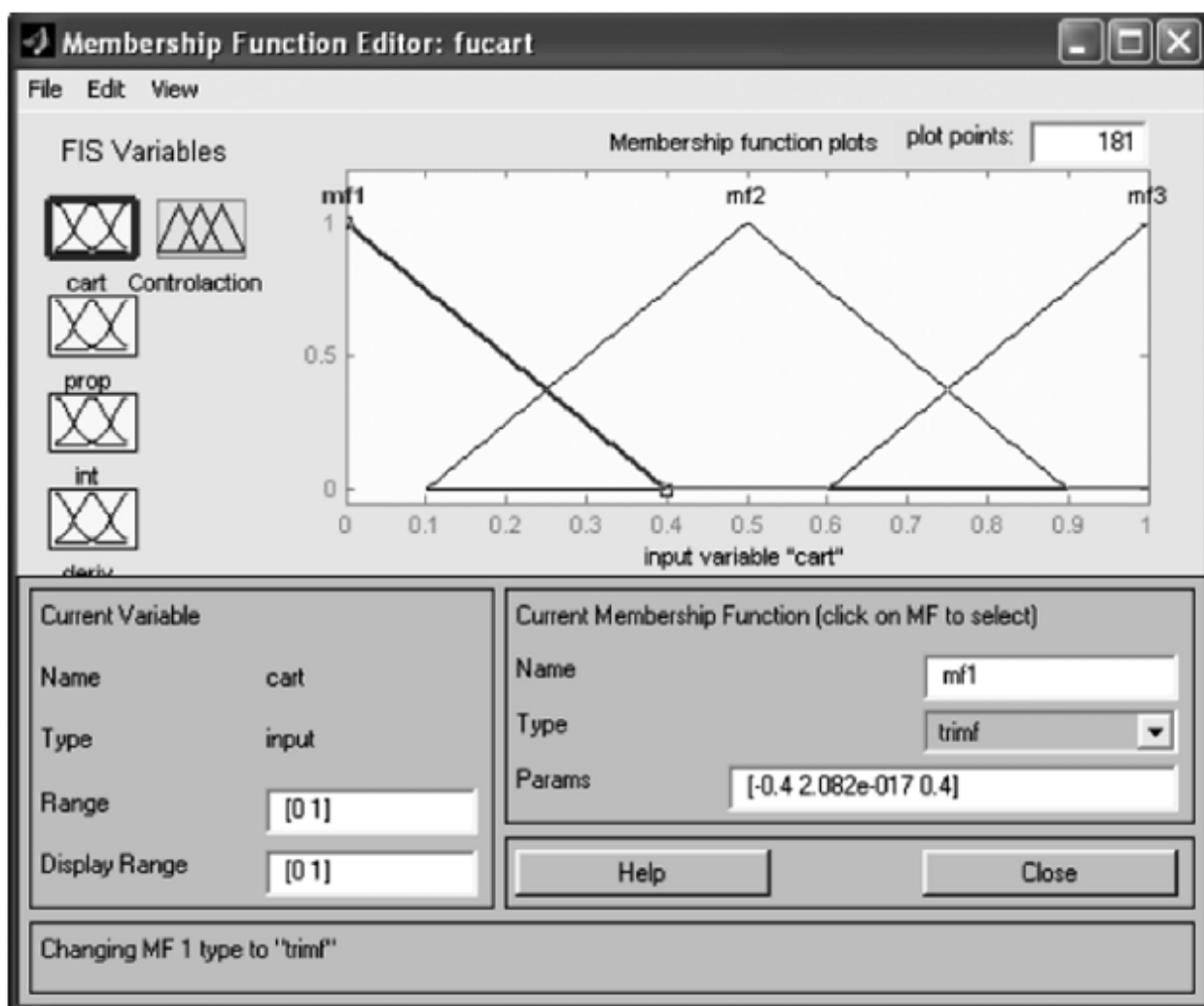
Прозорецът, показан на фиг. 4, е FIS редакторът, който използваме, за да създадем нашите входи и изходи за размития контролер. Изграждаме система с четири входа/един изход, така че добавяме входи (cart, prop, int, deriv) и един изход (контролно действие). Ще ги уточним с редактора на функцията за членство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



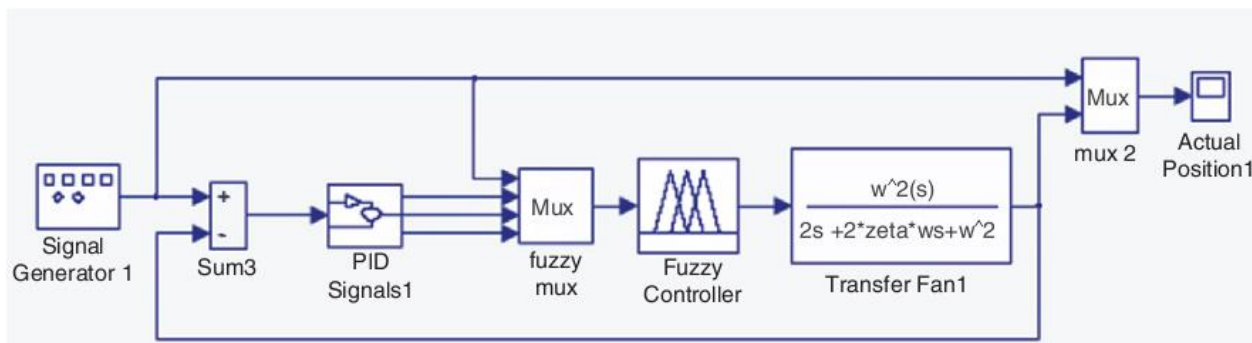
ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ



Фиг. 5. Редактор на функциите на принадлежност

www.eufunds.bg

Проект BG05M2OP001-2.016-0003, „Модернизация на Национален военен университет "В. Левски" - гр. Велико Търново и Софийски университет "Св. Климент Охридски" - гр. София, в професионално направление 5.3 Компютърна и комуникационна техника“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.



Фиг. 6. Блокова схема на Simulink на система за колички с поставен размит контролер

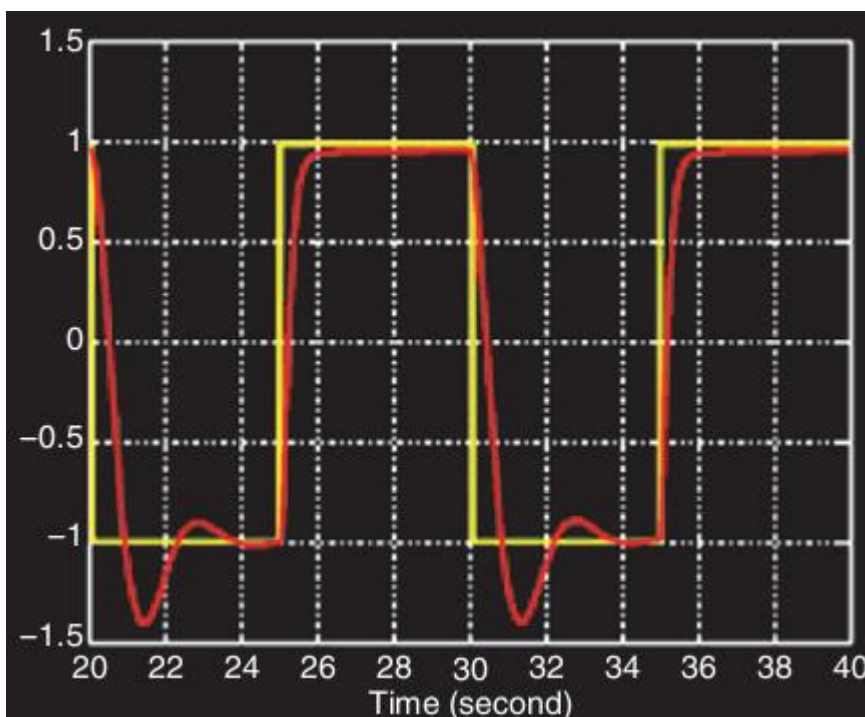
Редакторът на функцията за членство, показан на фиг. 5, е мястото, където дефинираме какво имаме предвид под фразата „количката е близо до A “. Точка A отговаря на числовата стойност 0, а точка B съответства на стойността 1. Избрали сме да направим плавна рампа от едната към другата. Забележете, че това означава, че твърдението „количката е близо до A “ е 100% вярно, когато позиция = 0; това е 50% вярно, когато позиция = 0,5; и е 0% вярно, когато позиция = 1. Обратното е вярно за твърдението „количката е близо до B “.

След като изградим нашия размит контролер с помощта на графичните редактори, налични в Fuzzy Logic Toolbox, запазваме неговата спецификация в работното пространство на Matlab като променлива, резидентна в паметта. Като алтернатива можете да използвате Mat-файлове, за да го запишете на диск. Размитият контролер вече е достъпен за използване в блока за размит контролер в диаграма на Simulink.

Фигура 6 съдържа актуализирана версия на нашата блокова диаграма на Simulink. Забележете, че сме заменили трите усилвания на PID с размит контролен блок. Освен това използваме позицията на количката като

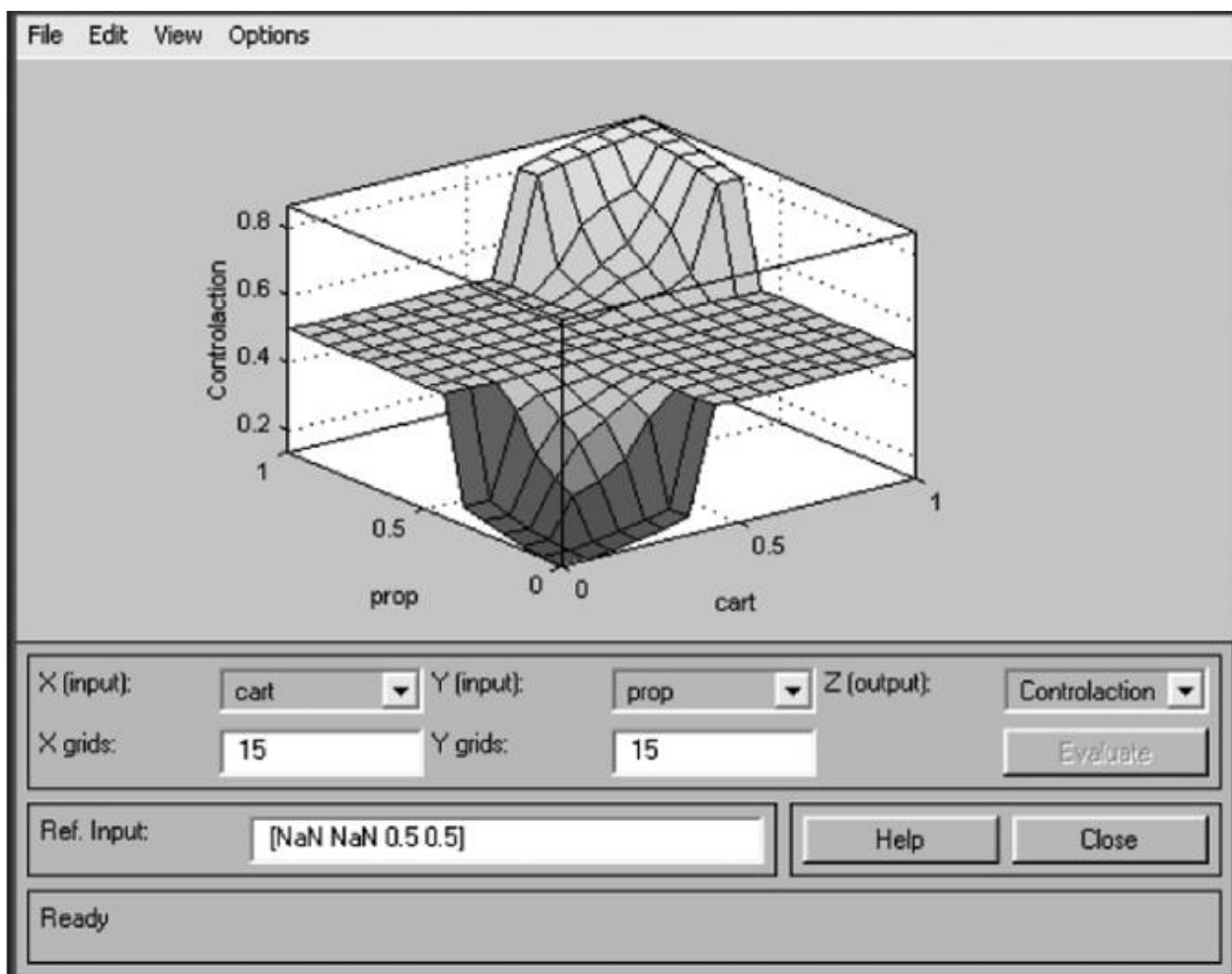


допълнителен вход, за да можем да смесваме двата набора печалби в зависимост от това къде е количката.



Фиг. 7 Отклик в затворен контур с размит контролер за планиране на печалбата

Графикът на Фиг. 7 показва симулацията на нашата система, докато тя реагира на правоъгълна вълна. Забележете, че точно както очаквахме, контролът на количката близо до точка В е по-строг и няма превишаване, докато контролът е много по-слаб близо до точка А. Така че размитата система Sugeno успешно внедри удобен планировчик на усилването за нас.



Фиг. 8 Изглед на изходна повърхност на Fuzzy Logic Toolbox

На Фиг. 8 виждаме повърхностния график на размития контролер. Това е диаграма, показваща промените на изходния сигнал на контролера като функция на позицията на количката и пропорционалния сигнал. Когато триизмерната форма е планинска, необходимата контролна мощност е по-висока и, както се очаква, съответства на региона, където позицията на количката е близо до точка Б. Така че ние разглеждаме карта на необходимото контролно усилие. Този вид визуализация може да бъде изключително ценна



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



ОПЕРАТИВНА ПРОГРАМА
НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ ЗА
ИНТЕЛИГЕНТЕН РАСТЕЖ

за дизайнера на управление и е само един пример от вградените инструменти, налични с Fuzzy Logic Toolbox.

----- www.eufunds.bg -----

Проект BG05M2OP001-2.016-0003, „Модернизация на Национален военен университет "В. Левски" - гр. Велико Търново и Софийски университет "Св. Климент Охридски" - гр. София, в професионално направление 5.3 Компютърна и комуникационна техника“, финансиран от Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.