EK-11

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ KESİN RAPORU

Dağıtımlı bir sıra tabanlı oyun yapay zekâsının geliştirilmesi

Proje yürütücüsü: Yrd. Doç. Dr. Şahin Emrah
Yardımcı araştırmacı: Doç.Dr. İman Askerbeyli
Yrd.Doç.Dr. Ayşe Karaman
Öğr.Gör. Bülent Tuğrul
Arş.Gör. Yılmaz Ar

Proje Numarası: 08A4343001
Başlama Tarihi: 20/06/2008
Bitiş Tarihi: 20/12/2009
Rapor Tarihi 17/02/2010

Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Ankara - 2010

I. Dağıtımlı bir sıra tabanlı oyun yapay zekâsının geliştirilmesi

Özet

Yapay Zekâ (YZ) makinelere düşünmeyi kazandırmayı hedefleyen bilim dalıdır. Oyun Yapay Zekâsı(OYZ) ise makinelere oyun oynamayı öğretmeyi hedefleyen bilim dalıdır.

Projede Modern Yapay Zekânın(YZ) temel modelleri, akıllı sistemlerin teorik altyapısı ve pratik örnekleri araştırılıştır. Yapay zekânın tarihi, günümüzde geldiği nokta ve bundan sonraki olası gelişme süreci anlatılmıştır. Bunun yanı sıra Oyun Yapay Zekâsının(OYZ) tarihi, gelişimi ve teorisi incelenmiş, domino oyunu için bilgisayarda uygulanmıştır. Domino oyunu, bilindiği üzere 2 kişi veya 4 kişi tarafından oynanan eski bir oyundur. Projede 2 oyuncudan birinin bilgisayar olduğu tam olarak kodlaştırılmış ve uygulanmıştır. 4 oyuncu varken bilgisayarlar bir ağla birleştirilmiş, oyunculardan birinin veya bir kaçının makine olacağı durumun teorik altyapısı incelenmiştir. Bunun için bulanık mantık kullanılmış, karşıya çıkan teorik sorular için çözüm yöntemi üretilmiş ve bu yöntem 2009 Ekim TOBB ETÜ de gerçekleştirilen 1. Uluslar arası Fuzzy Sistemler konferansında sunulmuştur.

Development of Artificial Intelligence for a Distributed Turn-based Game.

Abstract

Artificial Intelligence(AI) is a branch of science that aims to make machines 'think'. Game Articicial Intelligence(GAI), in particular, is the science of teaching machines how to play games. In this project, the fundamentals models of AI, and the theoretical foundations and the practical examples of intelligent systems were investigated. The past, the current and prospective states of AI were discussed. In addition, the theory of GAI was applied on the dominos game. Dominos is a well-known old game played with 2 or 4 players. The version of the game with two players (one being controlled by the computer) on a single machine has been fully developed as software. For four players (one or more artificial players) with network support, the game has been designed and is still at development stage. Fuzzy logic was used to resolve some theoretical problems that arose in the design. The methodology was presented at the 1st International Fuzzy Systems Conference at TOBB ETÜ in October 2009.

II.Amaç ve kapsam

Projenin amacı bir veya ağla bağlı birkaç bilgisayara, sıra tabanlı bir oyunu (domino oyununu) "düşünerek" oynamayı öğretebilen yöntemleri araştırmak ve domino oyunun bilgisayar kodunu yazmaktır. Bu amaçla Microsoft XNA teknolojisi kullanılmıştır. Bu teknoloji Microsoft tarafından bilgisayar oyunlarını geliştirmek ve yönetmek için üretilmiştir.

III.Materyal ve Yöntem

A. Zekâ ve Yapay zekâ(YZ)

Zekâ, bir problemle karşılaştığımızda o problem için çözüm üretebilmemizi sağlayabilen bir yetenektir. Problem denince akla mutlaka zor bir soru gelmemelidir, örneğin, su içebilmek için kapalı bir musluğu açmak da basit de olsa bir zekâ işidir. Bu tür bir davranışı en akıllı sayabileceğimiz hayvanlardan bile beklememiz çok zordur. Aslında modern tıp halen düşünmenin ne olduğunu, nasıl gerçekleştiğini çözememiştir.

Dolayısıyla insan zekâsının tam olarak ne olduğunu, nasıl ölçülebileceğini bilmiyoruz ama bunu bilmememiz günlük hayatımızda karşımıza çıkan yüzlerle problemi çözebilmemiz için engel değil. Hayatımızı kolaylaştırabilen araçlar (araba, telefon, televizyon, bilgisayar) icat ediyoruz, bu araçları kullanabiliyoruz. Bazen satranç, dama, okey veya bilgisayarlardaki strateji oyunları gibi oyunlar oynuyoruz ve kazanmaya çalışıyoruz.

Acaba bu işleri makineler de yapabilir mi? 50 yıldan fazladır birçok bilim adamını düşündüren sorulardan biri de şudur: Makineler de insanlar gibi düşünebilirler mi?

Makinenin düşünebilme yeteneğine yapay zekâ denebilir.

Yapay zeka üzerine ilk çalışma olarak 1943 yılında McCulloch ve Pitts tarafından yapılmış "Beynin Boole cebiri ile modellenmesi" çalışması gösterilmektedir.

Yapay zekâ kavramı ise bilim adamları tarafından 1956 yılında Dartmouth toplantısında kabul edilmiştir.

1950 lerden 1970 lere kadar olan dönem yapay zekâ konusunda büyük beklentilerin oluştuğu dönemdir. 1950 lerde ilk YZ programları yapılmıştır.1965 de Robunson mantıksal sonuç çıkarma algoritmasını bulmuştur.

1960 ların sonu-1970 lerin başında YZ oluşturabilmenin varsayılandan çok daha zor bir iş olduğu fark ediliyor ve yapay sinir ağları çalışmalarından vazgeçiliyor.

1970 lerin sonuna doğru bilgi tabanlı sistemlerin geliştirilmesiyle Yapay Zeka bir endüstri haline geliyor, 1986 da Yapay sinir ağları çalışmalarına yeniden başlanıyor.

1987 de Yapay Zeka bir bilim dalı olarak ortaya çıkıyor.

1995 de akıllı sistem uygulamaları, 2000 lerde YZ kullanan robotlar hayatımıza giriyor.

Yapay zekâda 2 temel yaklaşım vardır:

-Kuvvetli yapay zekâ

Makinelerin düşünerek davranış sergilemesi

-Zayıf yapay zekâ

Makinelerin düşünmeden akıllı davranışta bulunması

Yapay zekâda 4 temel model vardır:

-İnsan gibi düşünen sistemler

Bu tür modellerde insan beyninin çalışması modellenmektedir.

-İnsan gibi davranan modeller

Bu tür modellerde insan gibi konuşabilir, insan gibi hareket eder

-Rasyonel düşünen sistemler

Bu modeller mantıksal çıkarımlar yapabiliyorlar

-Rasyonel davranan sistemler

Bu modeller bir problemle karşılaştıklarında en uygun davranışı sergileyen modellerdir

B. Oyun yapay zekâsı

Klasik oyunlar her zaman yapay zekâ araştırmacılarının araştırma konusu olmuştur. Bu tür modellerde genellikle arama ağaçları kullanılmaktadır.
Örnek olarak, aşağıdaki oyunları gösterelim:

1. *Japonların favori oyunu olan Go oyunu*

Go oynayan YZ geliştirilmiştir ama iyi oynayan bir Go ustasını yenemeyecek bir YZ dir.

2. *Satranç oyunu*

Satranç oynayan birçok YZ vardır. IBM Deep Blue 1997’de dünya satranç şampiyonu Gary Kasparov’u yenmiş olsa da halen de mükemmel bir satranç YZ nin var olduğunu söylemek için henüz erkendir. Ticari satranç programlarının büyük bir kısmı yinelemeli arama ağaçlarını ve iyi oyuncuların oyunlarını kullanmaktadırlar.

3. Poker oyunu

Poker oynayan YZ nın eksiği blöf olayıdır. İnsanların kolaylıkla yapabildiği blöfü makineler yapamamaktadır.

Günümüzde var olan yüksek teknoloji bilgisayar oyunlarını hızlı bir biçimde geliştirmektedir. Yalnız artık sadece görsellik üzerine gelişme yeterli olmamaktadır. Oyunların kalitesini artık kullanılan YZ ler belirlemektedir. Bu nedenle de firmalar YZ geliştirilmesine de para harcamak zorundalar. Buna rağmen yine de bu konuda şöyle bir çelişki vardır. Aslında YZ konusunda akademik araştırmalar, yani oyunların teorik altyapısı, şu anda var olan ticari oyunların YZ sına göre çok da ileri konumdadır. Bunun nedeni olarak, yapay zekaya ayrılan kaynak azlığını;

sinir ağlarına şüphe ile yaklaşılmasını;

geliştirme sürelerinin azlığı;

ileri YZ tekniklerinin kolay anlaşılabilir olmamasını gösterebiliriz.

Oyunlarda kullanılan YZ teknikleri aşağıdakilerdir:

Sonlu Durum Makineleri
Bulanık Durum Makineleri
Genetik Algoritmalar
Yapay Yaşam
Yapay Sinir Ağları
Birim Davranışları

C. XNA 2D ve XNA koordinat sistemi

Oyunun görselliği için XNA 2D platformu kullanılmıştır. Sol üst nokta XNA koordinat siteminde orijine denk gelmektedir. X ekseni orijinden sağa doğru çıkan bir ışındır. Y ekseni ise orijinden aşağıya doğru çıkan bir ışındır.

D. Domino oyunu

Oyunda 28 tane taş vardır. Her taş çizgiyle ayrılan 2 kareden oluşmakta ve her karede 1 den 6 ya kadar olan (1 ve 6 dahil olmak üzere) sayılardan biri noktalarla aşağıdaki gibi yazılmıştır.

0 sayısı

1 sayısı   *

2 sayısı

    *

      *

3 sayısı   *

      *

    *

4 sayısı

    *   *

    *   *

5 sayısı

    *   *

      *

    *   *

6 sayısı

    *   *

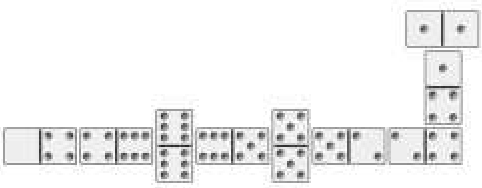
    *   *

    *   *

olarak yazılmıştır.

İki kişilik oyun. İlk seferinde her oyuncu 7 taş alıyor. Oyun sıra ile oynanıyor. Sırası gelen oyuncu bu taşlardan birini açarak diğer taşlarla zincir oluşturacak biçimde masanın üzerine koyuyor. Zincir aynı değerdeki karelerin uç uça gelmesiyle oluşmaktadır. Sırası geldiğinde hamle yapamayan oyuncu dağıtılmayan 14 taştan ikisini alıyor. Taşlarını ilk bitiren oyuncu, rakibinin elinde kalan taşların içeriklerinin toplamı kadar kazanıyor.

Dört kişilik oyun. Tüm taşlar bir masa etrafında oturan 4 kişi arasında eşit paylaştırılıyor. Karşılıklı oturan kişiler bu oyunda ortak oluyorlar. Oyuncular yine de taşları sırayla masaya masadaki taşlarla uç uca zincir oluşturacak biçimde bırakıyorlar. Sırası geldiğinde uygun taşı olmayan sırasını kaybediyor. Ortaklardan biri taşlarının tümünü masaya bıraktığında oyunu kazanıyorlar ve kazançları rakiplerinin elinde kalan taşların içeriklerinin toplamı kadar oluyor. Bir oyuncunun taşları bitmeden hiçbir oyuncunun koyacak taşı kalmazsa bu defa tüm eller açılıyor ve elinde toplam içeriği en az olan ortaklar rakiplerinin ellerinde kalan taşların toplam içeriği kadar kazanıyorlar.



Domino oyunu, satranç oyunu kadar olmasa da bir zeka oyunudur ama aynı zamanda satrançtan farklı olarak belirsizlikler içermektedir. Oyuncu hamle yaparken kendi elindeki ve yerdeki taşları görüyor. Bunun dışında oyuncu yerdeki taşların hangisinin kimin koyduğunu aklında tutarak bu bilgiyle ortağının ve rakiplerinin ellerindeki taşları tahmin etmek zorundadır. Bu da oyuna bir belirsiklik katmaktadır. Belirsizlikler 3 farklı yöntemle modellenebilirler. 1. Rastlantısal olarak, yani olasılık teorisinin yardımıyla 2. Bulanık manıkla 3. Aralılar teorsisinin yardımıyla

Bu projede biz bulanık mantık kullandık.

IV. Analiz ve Bulgular

A.Teorik alt yapı çalışması

Oyunda YZ belli bir anlamda en iyisini seçebilmek zorundadır. Belirsizlik ortamında en iyinin ne olduğunu tanımlamak gerekmektedir. Domino öyle bir oyundur ki bu oyunu en iyi oynayabilen bir insanın da kazanmasını garantileyebilmesi zordur. Oyunun sonucu insanın bu oyunu nasıl oynaması dışında taşların dağılımını da bağlıdır. Dolayısıyla bir belirsizlik vardır. Belirsizliğin modellenmesi için bulanık mantık seçilmesinin nedeni şudur: Olasılık teorisi kullanılmış olsaydı en iyi durumda gelen taşarın durumunda oyuncunun kazanması olasılığını hesaplayabilirdik veya ortalama kazancı bulmuş olurduk. Oysaki bizim amacımız YZ yaratmaktı yani belirsizlik ortamında bilgisayarın karar verebilmesini sağlamaktı. Başka bir deyimle bilgisayarın aynen bir insan gibi davranmasını sağlamaya çalıştık. Belirsizlik ortamında karar vermeye çalışan insan da kendisi için en iyisini seçmeye çalışıyor ama ne yazık ki en iyinin ne olduğunu tam olarak bilemiyor. Bu çalışmalar bizi bulanık fonksiyonların tanımına, sürekliliğine ve özellikle çok değişkenli bulanık fonksiyonların analizine çıkardı. Bulanık kümeler teorisi ilk defa Zadeh tarafından 1965 de ortaya atılmış, bu gün çok popüler bir teori olsa da ilk yıllar bilim insanları tarafından fazla rağbet görmemiştir. Teknolojinin gelişmesi ile bulanık mantık belirsizliklerin modellenmesi için daha çok kullanılmaya başlamıştır ama her model matematik altyapı gerektirmektedir. Ne yazık ki bulanık kümeler teorisinin uygulamada olduğu kadar oturuşmuş bir matematiksel teorisi bulunmamaktadır. Projede bu altyapı üzerine araştırmalar yapılmıştır. Araştırma sonuçlarından biri olan

“A novel approach to definition of fuzzy functions” makalesi Communications dergisinde yayın için kabul edilmiştir.[10]

B. **Bulanık koordinatlar**

Bulanık sayıların en populeri üçgensel bulanık sayılardır. Bu sayılar, $\Delta = (a,b,c)$ ile gösterilir ve bu sayıların üyelik fonksiyonları aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$\mu(x) = \begin{cases} \dfrac{x-a}{b-a}, & a \le x \le b \\ \dfrac{x-c}{b-c}, & b \le x \le c \end{cases}$$

Burada $b \neq a, b \neq c$.
a reel sayısını (a,a,a) üçgensel bulanık sayı olarak düşünebiliriz.

Verilen $\alpha \in [0,1]$ olabilirliği için $\Delta = (a,b,c)$ üçgensel sayısının α kesiti sırasıyla $\Delta_L(\alpha) = a + \alpha(b-a)$ ve $\Delta_R(\alpha) = c + \alpha(b-c)$ ile hesaplanır.

Tanım1. $\Delta = (a,b,c)$ üçgensel sayısı verilmiş olsun. $\Delta_{cr} = b$ sayısına Δ sayısının kesin kısmı denir.

Aşağıdaki tanımlarda $\Delta_1 = (a,b,c)$ ve $\Delta_2 = (d,e,f)$ üçgensel bulanık sayılardır.

Tanım2. $\Delta_1 = \Delta_2$ olması için ancak ve ancak $a = d$, $c = f$, $b = e$ olmalıdır.

Tanım3. $\Delta_1 + \Delta_2 = (a+d, b+e, c+f)$

Tanım 4.

$$k\,\Delta_1 = \begin{cases} (ka,kb,kc), & k \ge 0 \\ (kc,kb,ka), & k < 0 \end{cases}$$

Tanım 5. $\Delta_1 - \Delta_2 = \Delta_1 + (-1)\Delta_2$

Tanım 6. D ve F bulanık kümeler olsun. $\mu_D(x)$ ve $\mu_F(x)$ sırasıyla D ve F kümelerinin üyelik fonksiyonları olsu $G = \{(x,y) \mid x \in D, y \in F, \mu_G(x,y) = \min(\mu_D(x), \mu_F(y))\}$ kümesine D ve F kümelerinin kartezyen çarpımı denir ve $G = D \times F$ ile gösterilir.

$\Delta_x = (a_x, b_x, c_x)$ ve $\Delta_y = (a_y, b_y, c_y)$ bulanık üçgensel sayılar verilmiş olsun. Köşeleri $A_1(a_x, a_y)$, $A_2(a_x, c_y)$, $A_3(c_x, c_y)$, $A_4(c_x, a_y)$ olan $A_1A_2A_3A_4$ dikdörtgeni XY koordinat sisteminde , $\Delta_x = (a_x, b_x, c_x)$ ve $\Delta_y = (a_y, b_y, c_y)$ bulanık sayılar ikilisini ifade etmektedir. Bu dikdörtgenin $B(b_x, b_y)$ noktası, derecesi 1 olan noktaya karşılık gelmektedir. $B(b_x, b_y)$ noktasına $A_1A_2A_3A_4$ dikdörtgeninin kesin merkezi diyelim ve $S(B)$ ile gösterelim. XY koordinat sisteminde her

($\Delta_x = (a_x, b_x, c_x)$, $\Delta_y = (a_y, b_y, c_y)$) ikilisi için sadece bir tane $S(B)$ dikdörtgeni vardır ve tam tersi her $S(B)$ dikdörtgeni sadece bir tane ($\Delta_x = (a_x, b_x, c_x)$, $\Delta_y = (a_y, b_y, c_y)$) bulanık üçgen sayı ikilisi belirlemektedir. Bu nedenle $S(B)$ dikdörtgenine koordinatları (Δ_x, Δ_y) olan bulanık dikdörtgen(nokta) diyelim ve $\tilde{S}(\Delta_x, \Delta_y)$ ile gösterelim. Δ_x e $\tilde{S}$ in apsisi ve Δ_y ye ordinatı denir.

C. Bulanık Fonksiyonlar

Bulanık üçgensel sayılar kümesini E^1 ile gösterelim. We call function, defined in $\widetilde{A} \subset E^1$ kümesinden $\widetilde{B} \subset E^1$ kümesine bulanık $\widetilde{f}$ fonsiyonunu tanımlayalım ve $\widetilde{y} = \widetilde{f}(\widetilde{x})$ ile gösterelim.

Örnek. $\widetilde{f}(\widetilde{x}) = 2\widetilde{x} + \widetilde{b}$ bulanık fonksiyon olsun. Burada $\widetilde{b} = (1,2,3)$ verilen üçgensel sayıdır.

Genel durumda, k verilen reel sayı ve $\widetilde{b}$ verilen üçgensel sayı ise

$$\widetilde{f}(\widetilde{x}) = k\widetilde{x} + \widetilde{b} \qquad (1)$$

bulanık fonksiyondur.

Koordinat sisteminde $(\widetilde{x}, \widetilde{y})$ ikilisine karşılık gelen $\widetilde{S}(\widetilde{x}, \widetilde{y})$ dikdörtgenlerinin geometric yeri $\widetilde{f}$ bulanık fonksiyonlarının grafiğidir, burada $\widetilde{y} = \widetilde{f}(\widetilde{x})$ dir. $\widetilde{S}(\widetilde{x}, \widetilde{y})$ dikdörtgenlerinin kesin merkezlerinin geometrik yerine bulanık fonksiyonun ana yörüngesi denir.

Not edelim ki ana yörünge klasik anlamda bulanık fonksiyon olmak zorunda değil..

Bunu aşağıdaki örnekte görebiliriz.

Örnek. $\widetilde{A} = \{(1,3,4), (2,3,5)\}$ ve $\widetilde{B} = \{(1,3,5), (2,4,6)\}$ bulanık sayılar kümeleri olsun.

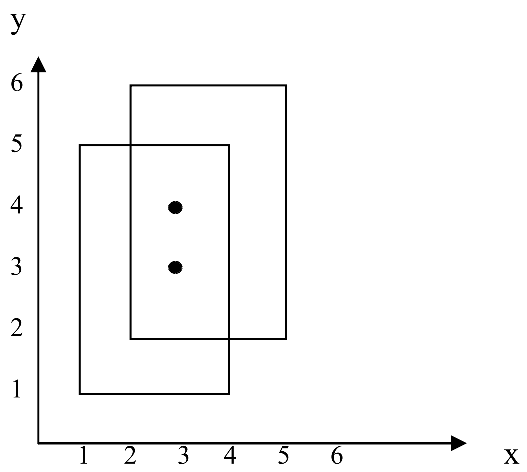
$\widetilde{f} : \widetilde{A} \to \widetilde{B}$ fonksiyonunu

$\widetilde{f}((1,3,4)) = (1,3,5)$

$\widetilde{f}((2,3,5)) = (2,4,6)$

ile tanımlayalım.

Bu durumda $\widetilde{f}$ fonksyonun grafiği aşağiki dibidir:



Şekil1

Göründüğü gibi bu örnekte ana yörünge $\{(3,3),(3,4)\}$ bir fonksiyon tanımlamamaktadır.

Tanım 7. Eğer $\Delta_1=(a_1,b_1,c_1)$ ve $\Delta_2=(a_2,b_2,c_2)$ üçgensel sayıları için $a_1\neq a_2, b_1\neq b_2, c_1\neq c_2$ koşullarının üçü de sağlanıyorsa Δ_1 ve Δ_2 üçgensel sayılarına ciddi farklı üçgensel sayılar denir

$\widetilde{A}$ kümesi ciddi farklı üçgensel sayılar kümesi olsun. Şimdi $\widetilde{A}$ kümesinde tanımlı bulanık fonksiyonların ana yörüngesi de bir fonksiyon olacaktır.

$E^1\times E^1$ kümesinde tanımlı d fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlayalım:

Tanım 8. $\Delta_1=(a_1,b_1,c_1)$ ve $\Delta_2=(a_2,b_2,c_2)$ üçgensel sayıları için,

$d(\Delta_1,\Delta_2)=|a_1-a_2|+|b_1-b_2|+|c_1-c_2|$

Önerme 1. $d(\Delta_1,\Delta_2)$ metrik bir fonsiyondur.

İspat $d(\Delta_1,\Delta_2)\geq 0$ ve $d(\Delta_1,\Delta_2)=0$ doğru ise $\Delta_1=\Delta_2$ olduğu açıktır. Kolaylıkla $d(\Delta_1,\Delta_2)=d(\Delta_2,\Delta_1)$ olduğunu görebiliriz.

$\Delta_1=(a_1,b_1,c_1)$, $\Delta_2=(a_2,b_2,c_2)$ ve $\Delta_3=(a_3,b_3,c_3)$

olsun. Buradan

$$d(\Delta_1,\Delta_3)=|a_1-a_3|+|b_1-b_3|+|c_1-c_3|$$
$$\leq|a_1-a_2|+|a_2-a_3|+|b_1-b_2|+|b_2-b_3|+|c_1-c_2|+|c_2-c_3|=d(\Delta_1,\Delta_2)+d(\Delta_2,\Delta_3)$$

Tanım 9. $\widetilde{A}$ kümesi ciddi farklı üçgensel sayılar kümesi olsun. Aşağıdaki işaretlemeyi kullanalım:

$$a_1 = \inf\left\{a \middle| (a,b,c) = \Delta \in \tilde{A}\right\}, a_2 = \sup\left\{a \middle| (a,b,c) = \Delta \in \tilde{A}\right\}$$

$$b_1 = \inf\left\{b \middle| (a,b,c) = \Delta \in \tilde{A}\right\}, b_2 = \sup\left\{b \middle| (a,b,c) = \Delta \in \tilde{A}\right\}$$

$$c_1 = \inf\left\{c \middle| (a,b,c) = \Delta \in \tilde{A}\right\}, c_2 = \sup\left\{c \middle| (a,b,c) = \Delta \in \tilde{A}\right\}$$

Eğer her $a \in (a_1, a_2)$, $b \in (b_1, b_2)$ ve $c \in (c_1, c_2)$ için $\Delta = (a,b,c) \in \widetilde{A}$

ise $\widetilde{A}$ kümesine sıkı bulanık küme denir.

Tanım 10. $\widetilde{A}$ ve $\widetilde{B}$ bulanık üçgensel sayılar kümesi olsun. $\widetilde{A}$ kümesi sıkı bulanık küme ve $\widetilde{f} : \widetilde{A} \to \widetilde{B}$ bulanık fonksiyon olsun. $\Delta_1 \in \widetilde{A}$ alalım. Eğer her $\varepsilon > 0$ için öyle bir $\delta > 0$ varsa ki $d(\Delta, \Delta_1) < \delta$ koşulunu sağlayan her Δ üçgensel sayısı için $d(\widetilde{f}(\Delta), \widetilde{f}(\Delta_1)) < \varepsilon$ eşitsizliğinin doğru oluyor, $\widetilde{f}$ fonksiyonuna Δ_1
için sürekli fonksiyon denir.

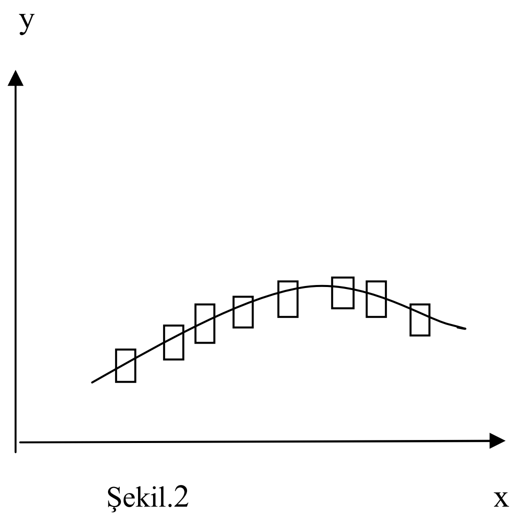
Eğer $\widetilde{f}$ fonksiyonu her $\Delta_1 \in \widetilde{A}$, için sürekli ise $\widetilde{f}$ fonksiyonu $\widetilde{A}$ kümesinde süreklidir denir.

Önerme 2. $\widetilde{A}$ kümesinde sürekli $\widetilde{f}$ fonksiyonunun ana yörüngesi de sürekli fonksiyondur.

Bu önermenin ispatı [] de verilmiştir.

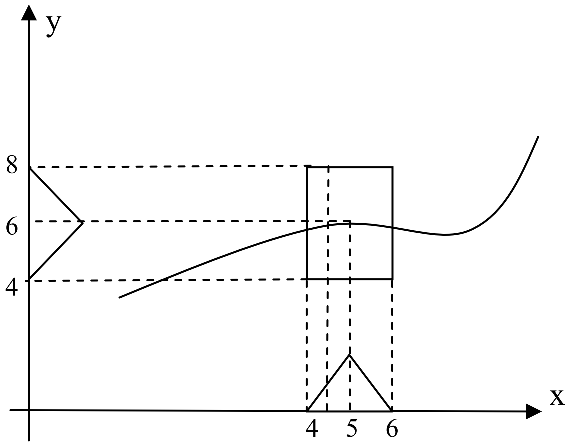
Önerme 2 ye gore sürekli $\widetilde{f}$ fonksiyonu aşağıdaki gibi açıklanabilir:

Sürekli bir ana yörünge üzerinde sürekli hareket eden dikdörtgenler vardır(Şekil.2).



Şekil.2

Örneğin, ana yörüngesi aşağıdaki şekil3 de verilen $\tilde{f}$ fonksiyonu için $\tilde{f}$ ((4,5,6))=(4,6,8) olsun. (Şekil.3).



Şekil 3

Şekil 3 den görüldüğü gibi 0,5 olabilirlikli $x = 4{,}5$ için $\tilde{f}$ fonksiyonu [4,8] aralığından çeşitli olabilirlikte değer almaktadır. Örneğin,

$\tilde{f}(4{,}5;0{,}5) = 4;0$

$\tilde{f}(4{,}5;0{,}5) = 5;0{,}5$

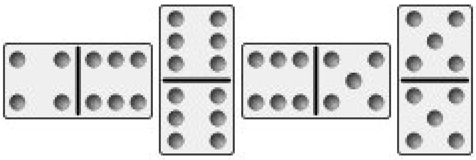
$\tilde{f}(4{,}5;0{,}5) = 6;1$

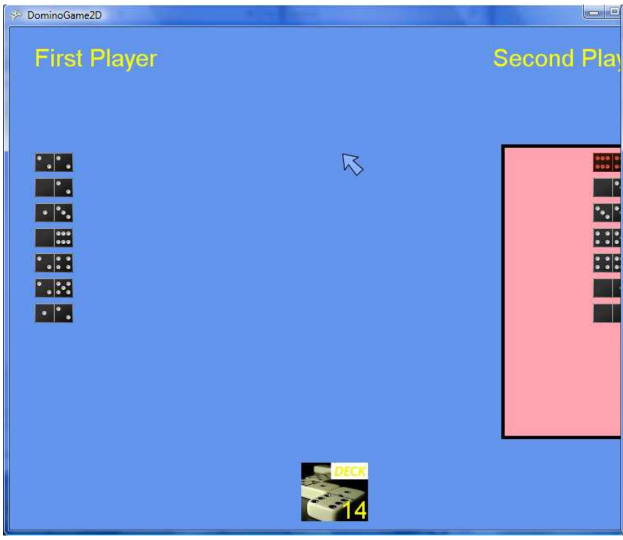
$\tilde{f}(4{,}5;0{,}5) = 7;0{,}5$

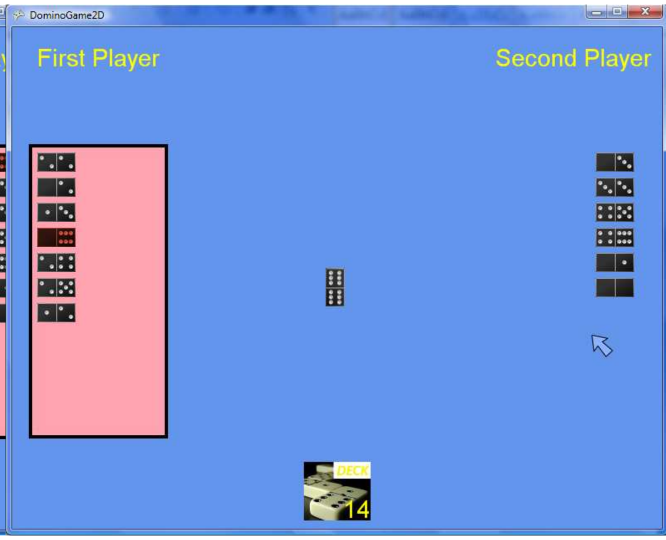
$\tilde{f}(4{,}5;0{,}5) = 8;0$

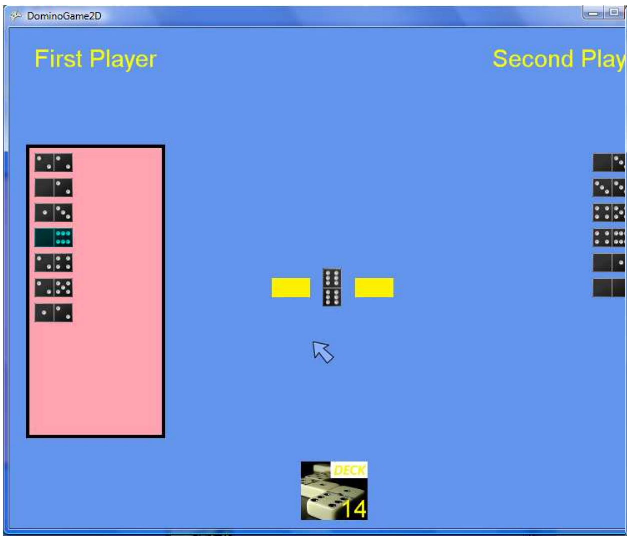
D.Domino oyunu Yapay zekâ algoritması

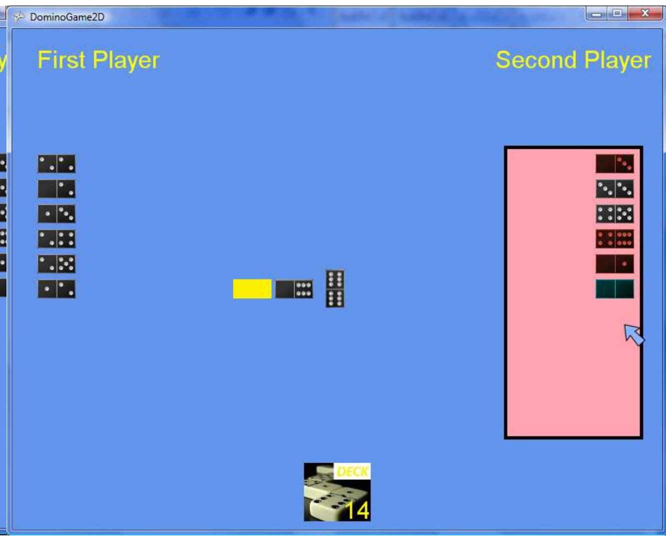
Giriş verileri: Hamle sırası geldiğinde elindeki taşlar ve masada açılmış taşlar
Oyun stratejisi: i. hamlede bilgisayar f(i) bulanık fonksiyonun değerlerini ve olabilirliklerini değerlendirir. Olabilirliği en yüksek olan ama elindeki toplam değeri minimize edecek taşı oynar

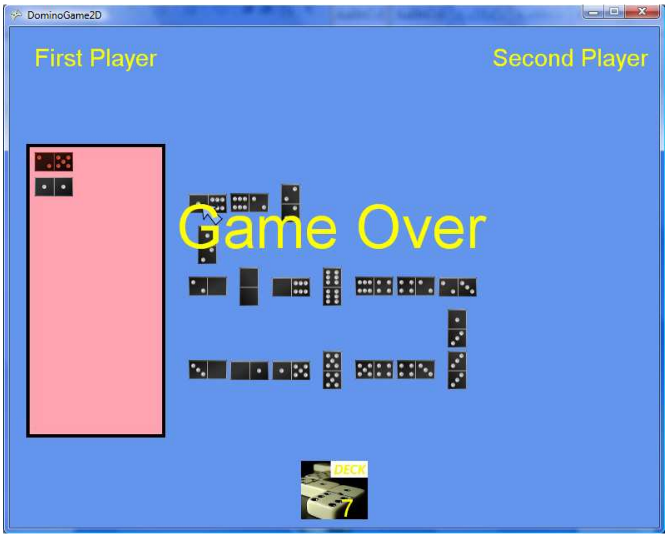












V. Sonuç ve Öneriler

Proje sonucunda aşağıdakiler yapılmıştır:

1. Domino oynayan yapay zekâ tasarımı
2. Bulanık mantığa dayalı yapay zekâ modeli
3. Teorik altyapı çalışmaları
4. 2 kişilik domino oyunun tasarımı ve kodlaştırılması
5. 2 kişilik domino oyunun görsel sunumu
6. 4 kişilik oyunun tasarımı ve kodlaştırılması

Projede araştırılan konu çok kapsamlıdır ve daha ayrıntılı araştırılabilmesi için daha büyük bütçe, zaman ve uzmanlaşmış kişilerin güç birliği gerekmektedir.. Dünyada oyun yapay zekası üretmeye çalışan bir çok merkezler vardır ama bu merkezlerde teorik araştırmalardan daha çok pratik işlemler yapılmaktadır. Örneğin, oyun oynayabilen robotlar üretiliyor. Doğal olarak robotun oyunu en iyi oynayabilmesi hedeflenmektedir ama ilk aşamada robotun en iyi şekilde oynayabilmesinden daha çok herhangi bir şekilde oynayabilmesi sağlanmaktadır.

Gelecekte, üniversitemizde bilgisayar mühendisliği bölümünün gelişmesi ve genişlemesiyle yapay zekâ grubu oluşturulabilir. Bu bağlamda bu proje ilk adım olarak değerlendirilebilir

VI. Kaynaklar

[1] Zadeh L.A., Inf. Control 8 (1965) 338–353.

[2]Sugeno M. **,**Yasukawa T, IEEE Transactions on Fuzzy Systems 1(1), **(**1993**)** 7–31

[3] Takagi T. , Sugeno M., IEEE Trans. Syst. Man Cybern. SMC-15 (1)(1985) 116–132.

[4] Tanaka H., Fuzzy Sets Syst. 24 (1991) 363–375.

[5] Mamdani E.H., Assilian S, in: Mamdani E.H., Gains B.R. (Eds.), Fuzzy Reasoning and Its Applications, Academic Press, New York, 1981, pp. 311–323.

[6] Türkşen I.B., Applied Soft Computing 8 (2008) 1178–1188

[7] Demirci M., Fuzzy Sets Syst. 106 (1999) 239–246.

[8] Sasaki M., Fuzzy sets and systems 55(2993),295-301

[9]Şahin Emrah, Iman Askerzade Fuzzy Extreme of the Multivariable Crisp Functions Defined on Fuzzy Domain,Proceedings. pp. 337-341. 1st International Fuzzy Systems Symposium (FUZZYSS'09)

[10] Şahin Emrah Amrahov, İ.N.Askerzade “A novel approach to definition of fuzzy functions” Communications,Vol 59, issue1,2010

[11] Luger, George; Stubblefield, William (2004). *Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving* (5th ed.). The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.. ISBN 0-8053-4780-1.

[12] Nilsson, Nils (1998). *Artificial Intelligence: A New Synthesis*. Morgan Kaufmann Publishers. ISBN 978-1-55860-467-4.

[13] Russell, Stuart J.; Norvig, Peter (2003), *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (2nd ed.), Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, ISBN 0-13-790395-2

[14] Poole, David; Mackworth, Alan; Goebel, Randy (1998). *Computational Intelligence: A Logical Approach*. New York: Oxford University Press.

[15] Winston, Patrick Henry (1984). *Artificial Intelligence*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley. ISBN 0201082594

VII. Ekler

A. Mali Bilanço ve Açıklamaları

Proje No	Bütçe kodu	Ödenek adı	Gelir miktarı	Gider miktarı	Proje Bütçesi
08A4343001	G-03-2	Tüketime Yönelik Mal ve Malzeme Alımları	100.00		100.00
08A4343001	G-03-3	Yolluklar	1500.00		1500.00
08A4343001	G-03-5	Hizmet Alımları	500.00		500.00
08A4343001	G-03-7	Menkul Mal, Gayrimaddi Hak Alımları, Bakım ve Onarım	4050.00	3327.60	722.40
Toplam			6150.00	3327.60	2822.40

B. Makine ve Teçhizatın konumu ve İlerideki Kullanımına Dair Açıklamalar

Proje kapsamında harcanan 3327.60 lira ile alınan bilgisayar ve yazıcı Bilgisayar Mühendisliği bölümünde proje yöneticisi Şahin Emrah'ın odasında ve kullanımındadır. İleride de bilimsel araştırma amacıyla kullanılması düşünülmektedir.