

Umetni imunski sistemi

Seminarska pri predmetu Izbrana poglavja iz optimizacije

Branka Janežič

Fakulteta za matematiko in fiziko

Vsebina

- 1 Uvod
 - Naravni imunski sistem
- 2 Umetni imunski sistemi
 - Teorija selekcije klonov
 - Algoritem CLONALG
- 3 Primer: preprečevanje neželjene pošte

Vsebina

- 1 Uvod
 - Naravni imunski sistem
- 2 Umetni imunski sistemi
 - Teorija selekcije klonov
 - Algoritem CLONALG
- 3 Primer: preprečevanje neželjene pošte

Uvod

- posnemanje naravnih imunskih sistemov, saj so robustni, kompleksni in prilagodljivi
- področje, ki uporablja načela imunskega sistema za optimizacijo, je znano kot **umetni imunski sistemi (artificial immune systems - AIS)**
- uporabljajo se predvsem pri problemih rudarjenja podatkov in učenju strojev

Uvod

- posnemanje naravnih imunskih sistemov, saj so robustni, kompleksni in prilagodljivi
- področje, ki uporablja načela imunskega sistema za optimizacijo, je znano kot **umetni imunski sistemi (artificial immune systems - AIS)**
- uporabljajo se predvsem pri problemih rudarjenja podatkov in učenju strojev

Uvod

- posnemanje naravnih imunskih sistemov, saj so robustni, kompleksni in prilagodljivi
- področje, ki uporablja načela imunskega sistema za optimizacijo, je znano kot **umetni imunski sistemi (artificial immune systems - AIS)**
- uporabljajo se predvsem pri problemih rudarjenja podatkov in učenju strojev

Vrste obrambe

Obrambo proti tujkom delimo v dve skupini:

- 1 **nespecifična odpornost**; deluje proti različnih tujkom na splošno, se ne prilagaja vsakemu napadalcu posebej
- 2 **specifična odpornost**; deluje le proti določenemu tujku, ko nespecifična obramba ni dovolj učinkovita
 - priredi orožje za vsakega vsiljivca posebej
 - vsebuje elemente, ki si zapomnijo strategijo in vrsto vsakega napadalca
 - omogoča telesu, da postane odporno proti specifičnemu mikrobu

Vrste obrambe

Obrambo proti tujkom delimo v dve skupini:

- 1 **nespecifična odpornost**; deluje proti različnih tujkom na splošno, se ne prilagaja vsakemu napadalcu posebej
- 2 **specifična odpornost**; deluje le proti določenemu tujku, ko nespecifična obramba ni dovolj učinkovita
 - priredi orožje za vsakega vsiljivca posebej
 - vsebuje elemente, ki si zapomnijo strategijo in vrsto vsakega napadalca
 - omogoča telesu, da postane odporno proti specifičnemu mikrobu

Vrste obrambe

Obrambo proti tujkom delimo v dve skupini:

- 1 **nespecifična odpornost**; deluje proti različnih tujkom na splošno, se ne prilagaja vsakemu napadalcu posebej
- 2 **specifična odpornost**; deluje le proti določenemu tujku, ko nespecifična obramba ni dovolj učinkovita
 - priredi orožje za vsakega vsiljivca posebej
 - vsebuje elemente, ki si zapomnijo strategijo in vrsto vsakega napadalca
 - omogoča telesu, da postane odporno proti specifičnemu mikrobu

Vrste obrambe

Obrambo proti tujkom delimo v dve skupini:

- 1 **nespecifična odpornost**; deluje proti različnih tujkom na splošno, se ne prilagaja vsakemu napadalcu posebej
- 2 **specifična odpornost**; deluje le proti določenemu tujku, ko nespecifična obramba ni dovolj učinkovita
 - priredi orožje za vsakega vsiljivca posebej
 - vsebuje elemente, ki si zapomnijo strategijo in vrsto vsakega napadalca
 - omogoča telesu, da postane odporno proti specifičnemu mikrobu

Vrste obrambe

Obrambo proti tujkom delimo v dve skupini:

- 1 **nespecifična odpornost**; deluje proti različnih tujkom na splošno, se ne prilagaja vsakemu napadalcu posebej
- 2 **specifična odpornost**; deluje le proti določenemu tujku, ko nespecifična obramba ni dovolj učinkovita
 - priredi orožje za vsakega vsiljivca posebej
 - vsebuje elemente, ki si zapomnijo strategijo in vrsto vsakega napadalca
 - omogoča telesu, da postane odporno proti specifičnemu mikrobu

Delovanje imunskega sistema

- vse telesne celice in tujki imajo na svojih površinah oznake, po katerih jih telo prepozna kot lastne ali tuje - to so **antigeni**
- **protitelesa** delujejo uničujoče na vsak antigen, proti kateremu so razvite.
- protitelesa se vežejo na specifične antigene po načelu ključa in ključavnice
- specifičnih protiteles ponavadi v telesnih tekočinah ni veliko, zato je treba takoj, ko tujki množično vdrejo v telo, njihovo proizvodnjo pospešiti

Delovanje imunskega sistema

- vse telesne celice in tujki imajo na svojih površinah oznake, po katerih jih telo prepozna kot lastne ali tuje - to so **antigeni**
- **protitelesa** delujejo uničujoče na vsak antigen, proti kateremu so razvite.
- protitelesa se vežejo na specifične antigene po načelu ključa in ključavnice
- specifičnih protiteles ponavadi v telesnih tekočinah ni veliko, zato je treba takoj, ko tujki množično vdrejo v telo, njihovo proizvodnjo pospešiti

Delovanje imunskega sistema

- vse telesne celice in tujki imajo na svojih površinah oznake, po katerih jih telo prepozna kot lastne ali tuje - to so **antigeni**
- **protitelesa** delujejo uničujoče na vsak antigen, proti kateremu so razvite.
- protitelesa se vežejo na specifične antigene po načelu ključa in ključavnice
- specifičnih protiteles ponavadi v telesnih tekočinah ni veliko, zato je treba takoj, ko tujki množično vdrejo v telo, njihovo proizvodnjo pospešiti

Delovanje imunskega sistema

- vse telesne celice in tujki imajo na svojih površinah oznake, po katerih jih telo prepozna kot lastne ali tuje - to so **antigeni**
- **protitelesa** delujejo uničujoče na vsak antigen, proti kateremu so razvite.
- protitelesa se vežejo na specifične antigene po načelu ključa in ključavnice
- specifičnih protiteles ponavadi v telesnih tekočinah ni veliko, zato je treba takoj, ko tujki množično vdrejo v telo, njihovo proizvodnjo pospešiti

Vsebina

- 1 Uvod
 - Naravni imunski sistem
- 2 Umetni imunski sistemi
 - Teorija selekcije klonov
 - Algoritem CLONALG
- 3 Primer: preprečevanje neželjene pošte

Delovanje imunskega sistema

- 1 antigen najprej prepoznajo velike celice požiralke (makrofagi), ki antigen zaobjamejo in požrejo
- 2 delci antigenov se vgradijo v makrofage in štrlijo navzven, tako da jih lahko prepoznajo pomočniški limfociti T
- 3 ko ti pridejo v stik z delci antigenov se aktivirajo in namnožijo, v njih pa se vgradijo posebne receptorske molekule
- 4 s temi molekulami prepoznajo tretjo vrsto belih krvnih celic, celice B, in se nanje vežejo
- 5 po vezavi se aktivirajo tudi celice B in se začnejo deliti v specifična protitelesa, ki se lotijo preostalih tujkov z enakimi antigeni, in spominske limfocite B

Delovanje imunskega sistema

- 1 antigen najprej prepoznajo velike celice požiralke (makrofagi), ki antigen zaobjamejo in požrejo
- 2 delci antigenov se vgradijo v makrofage in štrlijo navzven, tako da jih lahko prepoznajo pomočniški limfociti T
- 3 ko ti pridejo v stik z delci antigenov se aktivirajo in namnožijo, v njih pa se vgradijo posebne receptorske molekule
- 4 s temi molekulami prepoznajo tretjo vrsto belih krvnih celic, celice B, in se nanje vežejo
- 5 po vezavi se aktivirajo tudi celice B in se začnejo deliti v specifična protitelesa, ki se lotijo preostalih tujkov z enakimi antigeni, in spominske limfocite B

Delovanje imunskega sistema

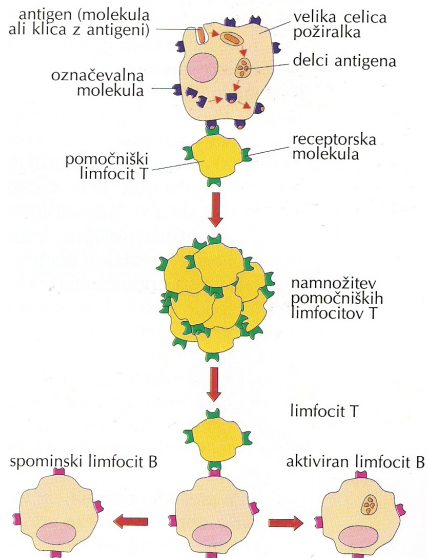
- 1 antigen najprej prepoznajo velike celice požiralke (makrofagi), ki antigen zaobjamejo in požrejo
- 2 delci antigenov se vgradijo v makrofage in štrlijo navzven, tako da jih lahko prepoznajo pomočniški limfociti T
- 3 ko ti pridejo v stik z delci antigenov se aktivirajo in namnožijo, v njih pa se vgradijo posebne receptorske molekule
- 4 s temi molekulami prepoznajo tretjo vrsto belih krvnih celic, celice B, in se nanje vežejo
- 5 po vezavi se aktivirajo tudi celice B in se začnejo deliti v specifična protitelesa, ki se lotijo preostalih tujkov z enakimi antigeni, in spominske limfocite B

Delovanje imunskega sistema

- 1 antigen najprej prepoznajo velike celice požiralke (makrofagi), ki antigen zaobjamejo in požrejo
- 2 delci antigenov se vgradijo v makrofage in štrlijo navzven, tako da jih lahko prepoznajo pomočniški limfociti T
- 3 ko ti pridejo v stik z delci antigenov se aktivirajo in namnožijo, v njih pa se vgradijo posebne receptorske molekule
- 4 s temi molekulami prepoznajo tretjo vrsto belih krvnih celic, celice B, in se nanje vežejo
- 5 po vezavi se aktivirajo tudi celice B in se začnejo deliti v specifična protitelesa, ki se lotijo preostalih tujkov z enakimi antigeni, in spominske limfocite B

Delovanje imunskega sistema

- 1 antigen najprej prepoznajo velike celice požiralke (makrofagi), ki antigen zaobjamejo in požrejo
- 2 delci antigenov se vgradijo v makrofage in štrlijo navzven, tako da jih lahko prepoznajo pomočniški limfociti T
- 3 ko ti pridejo v stik z delci antigenov se aktivirajo in namnožijo, v njih pa se vgradijo posebne receptorske molekule
- 4 s temi molekulami prepoznajo tretjo vrsto belih krvnih celic, celice B, in se nanje vežejo
- 5 po vezavi se aktivirajo tudi celice B in se začnejo deliti v specifična protitelesa, ki se lotijo preostalih tujkov z enakimi antigeni, in spominske limfocite B



Vsebina

- 1 Uvod
 - Naravni imunski sistem
- 2 **Umetni imunski sistemi**
 - Teorija selekcije klonov
 - Algoritem CLONALG
- 3 Primer: preprečevanje neželjene pošte

Zastavitev problema

- določimo način predstavitve komponent sistema
 - binarno kodiranje
 - zapis z n-terico realnih števil
 - ...
- ovrednotimo povezave med komponentami sistema, kjer je mera ujemanja razdalja med njimi
 - binarna predstavitev → Hammingova razdalja (število neenakih komponent v dveh nizih enake dolžine)
 - predstavitev z realnimi števili → Evklidska ali Manhattan razdalja (dolžina poti, če lahko potujemo samo po mreži)

Zastavitev problema

- določimo način predstavitve komponent sistema
 - binarno kodiranje
 - zapis z n -terico realnih števil
 - ...
- ovrednotimo povezave med komponentami sistema, kjer je mera ujemanja razdalja med njimi
 - binarna predstavitev \rightarrow Hammingova razdalja (število neenakih komponent v dveh nizih enake dolžine)
 - predstavitev z realnimi števili \rightarrow Evklidska ali Manhattan razdalja (dolžina poti, če lahko potujemo samo po mreži)

Zastavitev problema

- določimo način predstavitve komponent sistema
 - binarno kodiranje
 - zapis z n -terico realnih števil
 - ...
- ovrednotimo povezave med komponentami sistema, kjer je mera ujemanja razdalja med njimi
 - binarna predstavitev \rightarrow Hammingova razdalja (število neenakih komponent v dveh nizih enake dolžine)
 - predstavitev z realnimi števili \rightarrow Evklidska ali Manhattan razdalja (dolžina poti, če lahko potujemo samo po mreži)

Zastavitev problema

- določimo način predstavitve komponent sistema
 - binarno kodiranje
 - zapis z n -terico realnih števil
 - ...
- ovrednotimo povezave med komponentami sistema, kjer je mera ujemanja razdalja med njimi
 - binarna predstavitev \rightarrow Hammingova razdalja (število neenakih komponent v dveh nizih enake dolžine)
 - predstavitev z realnimi števili \rightarrow Evklidska ali Manhattan razdalja (dolžina poti, če lahko potujemo samo po mreži)

Zastavitev problema

- določimo način predstavitve komponent sistema
 - binarno kodiranje
 - zapis z n-terico realnih števil
 - ...
- ovrednotimo povezave med komponentami sistema, kjer je mera ujemanja razdalja med njimi
 - binarna predstavitev → Hammingova razdalja (število neenakih komponent v dveh nizih enake dolžine)
 - predstavitev z realnimi števili → Evklidska ali Manhattan razdalja (dolžina poti, če lahko potujemo samo po mreži)

Zastavitev problema

- določimo način predstavitve komponent sistema
 - binarno kodiranje
 - zapis z n-terico realnih števil
 - ...
- ovrednotimo povezave med komponentami sistema, kjer je mera ujemanja razdalja med njimi
 - binarna predstavitev → Hammingova razdalja (število neenakih komponent v dveh nizih enake dolžine)
 - predstavitev z realnimi števili → Evklidska ali Manhattan razdalja (dolžina poti, če lahko potujemo samo po mreži)

Zastavitev problema

- določimo način predstavitve komponent sistema
 - binarno kodiranje
 - zapis z n-terico realnih števil
 - ...
- ovrednotimo povezave med komponentami sistema, kjer je mera ujemanja razdalja med njimi
 - binarna predstavitev → Hammingova razdalja (število neenakih komponent v dveh nizih enake dolžine)
 - predstavitev z realnimi števili → Evklidska ali Manhattan razdalja (dolžina poti, če lahko potujemo samo po mreži)

Vsebina

- 1 Uvod
 - Naravni imunski sistem
- 2 Umetni imunski sistemi
 - Teorija selekcije klonov
 - Algoritem CLONALG
- 3 Primer: preprečevanje neželjene pošte

Razvoj in pomen teorije

- selekcija klonov se uporablja pri modeliranju reakcije imunskega sistema na infekcijo
- predstavil jo je M. Burnet leta 1959, ki je za svoje delo na AIS prejel tudi Nobelovo nagrado
- teorija je osnovana na konceptu kloniranja in ujemanja med komponentami sistema

Razvoj in pomen teorije

- selekcija klonov se uporablja pri modeliranju reakcije imunskega sistema na infekcijo
- predstavil jo je M. Burnet leta 1959, ki je za svoje delo na AIS prejel tudi Nobelovo nagrado
- teorija je osnovana na konceptu kloniranja in ujemanja med komponentami sistema

Razvoj in pomen teorije

- selekcija klonov se uporablja pri modeliranju reakcije imunskega sistema na infekcijo
- predstavil jo je M. Burnet leta 1959, ki je za svoje delo na AIS prejel tudi Nobelovo nagrado
- teorija je osnovana na konceptu kloniranja in ujemanja med komponentami sistema

Teorija selekcije klonov

- 1 imamo množico B in T limfocitov za uničenje specifičnih antigenov, ki napadajo telo
- 2 ko je telo izpostavljeno tujemu antigenu, se tiste B celice, ki se najbolj vežejo z antigenom, pričnejo razmnoževati s kloniranjem
- 3 vez med antigenom in protitelesom je odvisna od tega, kako dobro se receptorska molekula na protitelesu ujema z označevalno molekulo na antigenu

Teorija selekcije klonov

- 1 imamo množico B in T limfocitov za uničenje specifičnih antigenov, ki napadajo telo
- 2 ko je telo izpostavljeno tujemu antigenu, se tiste B celice, ki se najbolj vežejo z antigenom, pričnejo razmnoževati s kloniranjem
- 3 vez med antigenom in protitelesom je odvisna od tega, kako dobro se receptorska molekula na protitelesu ujema z označevalno molekulo na antigenu

Teorija selekcije klonov

- 1 imamo množico B in T limfocitov za uničenje specifičnih antigenov, ki napadajo telo
- 2 ko je telo izpostavljeno tujemu antigenu, se tiste B celice, ki se najbolj vežejo z antigenom, pričnejo razmnoževati s kloniranjem
- 3 vez med antigenom in protitelesom je odvisna od tega, kako dobro se receptorska molekula na protitelesu ujema z označevalno molekulo na antigenu

Teorija selekcije klonov

- 4 boljše kot je ujemanje, močnejša je vez - to lastnost poimenujemo **afiniteta**
- 5 nekatere klonirane celice se aktivirajo ostale pa postanejo spominske celice
- 6 delež kloniranih celic nato še mutira, kar spodbudi genetsko raznolikost
- 7 izvede se selekcija, ki zagotovi preživetje celic z višjo afiniteto

Teorija selekcije klonov

- 4 boljše kot je ujemanje, močnejša je vez - to lastnost poimenujemo **afiniteta**
- 5 nekatere klonirane celice se aktivirajo ostale pa postanejo spominske celice
- 6 delež kloniranih celic nato še mutira, kar spodbudi genetsko raznolikost
- 7 izvede se selekcija, ki zagotovi preživetje celic z višjo afiniteto

Teorija selekcije klonov

- 4 boljše kot je ujemanje, močnejša je vez - to lastnost poimenujemo **afiniteta**
- 5 nekatere klonirane celice se aktivirajo ostale pa postanejo spominske celice
- 6 delež kloniranih celic nato še mutira, kar spodbudi genetsko raznolikost
- 7 izvede se selekcija, ki zagotovi preživetje celic z višjo afiniteto

Teorija selekcije klonov

- boljše kot je ujemanje, močnejša je vez - to lastnost poimenujemo **afiniteta**
- nekatero klonirane celice se aktivirajo ostale pa postanejo spominske celice
- delež kloniranih celic nato še mutira, kar spodbudi genetsko raznolikost
- izvede se selekcija, ki zagotovi preživetje celic z višjo afiniteto

Vsebina

- 1 Uvod
 - Naravni imunski sistem
- 2 **Umetni imunski sistemi**
 - Teorija selekcije klonov
 - **Algoritem CLONALG**
- 3 Primer: preprečevanje neželjene pošte

Analogija

| Naravni imunski sistem | Optimizacijski problem |
|--------------------------------|---------------------------|
| Protitelo | Rešitev |
| Afiniteta | Namenska funkcija |
| Antigen | Optimizacijski problem |
| Kloniranje | Reprodukcija rešitev |
| Mutacija | Spreminjanje rešitev |
| Zorenje afinitete | Izbira najboljših rešitev |
| Dodajanje receptorskih molekul | Diverzifikacija |

CLONALG

Vnos: Začetna populacija P_0

$P = P_0$; generacija začetne populacije naključnih protiteles

Ponavljaj

Ovrednoti protitelesa in izračunaj njihovo afiniteto

Izberi $N\%$ protiteles z najvišjo afiniteto

Kloniraj izbrana protitelesa

Mutiraj klonirana protitelesa

Ovrednosti vsa klonirana protitelesa

Dodaj $R\%$ najboljših klonov v množico protiteles

Odstrani najslabše elemente iz množice protiteles

Dodaj nova naključna protitelesa v populacijo

Dokler ni zadoščeno ustavljalnemu kriteriju

Izhod: Najboljša najdena populacija

Ostale teorije AIS

- **Princip negativne selekcije** - proces, ki eliminira limfocite T, ki reagirajo na naše lastne celice
- **Algoritem aiNET** - omrežni algoritem, kjer nova protitelesa odstranjujemo glede na afiniteto z antigeni, ostalimi novimi protitelesi in obstoječimi protitelesi
- **Teorija nevarnosti (danger theory)** - dopušča možnost, da ni nobene imunske reakcije na tujo bakterijo in da lahko imunski sistem reagira na lastne celice

Ostale teorije AIS

- **Princip negativne selekcije** - proces, ki eliminira limfocite T, ki reagirajo na naše lastne celice
- **Algoritem aiNET** - omrežni algoritem, kjer nova protitelesa odstranjujemo glede na afiniteto z antigeni, ostalimi novimi protitelesi in obstoječimi protitelesi
- **Teorija nevarnosti (danger theory)** - dopušča možnost, da ni nobene imunske reakcije na tujo bakterijo in da lahko imunski sistem reagira na lastne celice

Ostale teorije AIS

- **Princip negativne selekcije** - proces, ki eliminira limfocite T, ki reagirajo na naše lastne celice
- **Algoritem aiNET** - omrežni algoritem, kjer nova protitelesa odstranjujemo glede na afiniteto z antigeni, ostalimi novimi protitelesi in obstoječimi protitelesi
- **Teorija nevarnosti (danger theory)** - dopušča možnost, da ni nobene imunske reakcije na tujo bakterijo in da lahko imunski sistem reagira na lastne celice

Vsebina

- 1 Uvod
 - Naravni imunski sistem
- 2 Umetni imunski sistemi
 - Teorija selekcije klonov
 - Algoritem CLONALG
- 3 Primer: preprečevanje neželjene pošte

Opis problema

- tako kot imunski sistem loči med lastnimi in tujimi celicami, program loči med željeno in neželjeno pošto
- antigen, značilen za določen tujek se tekom časa v tem primeru spreminja
- sistem mora biti sposoben ne samo učenja, ampak tudi pozabljanja
- neželjena pošta (spam) bo predstavljala tuje antigene
- željeno sporočilo bo uporabljeno kot lastni antigen oziroma protitelo
- limfociti so digitalni biti informacije in vsak vsebuje vzorec, ki ga uporabimo kot protitelo

Opis problema

- tako kot imunski sistem loči med lastnimi in tujimi celicami, program loči med željeno in neželjeno pošto
- antigen, značilen za določen tujek se tekom časa v tem primeru spreminja
- sistem mora biti sposoben ne samo učenja, ampak tudi pozabljanja
- neželjena pošta (spam) bo predstavljala tuje antigene
- željeno sporočilo bo uporabljeno kot lastni antigen oziroma protitelo
- limfociti so digitalni biti informacije in vsak vsebuje vzorec, ki ga uporabimo kot protitelo

Opis problema

- tako kot imunski sistem loči med lastnimi in tujimi celicami, program loči med željeno in neželjeno pošto
- antigen, značilen za določen tujek se tekom časa v tem primeru spreminja
- sistem mora biti sposoben ne samo učenja, ampak tudi pozabljanja
- neželjena pošta (spam) bo predstavljala tuje antigene
- željeno sporočilo bo uporabljeno kot lastni antigen oziroma protitelo
- limfociti so digitalni biti informacije in vsak vsebuje vzorec, ki ga uporabimo kot protitelo

Opis problema

- tako kot imunski sistem loči med lastnimi in tujimi celicami, program loči med željeno in neželjeno pošto
- antigen, značilen za določen tujek se tekom časa v tem primeru spreminja
- sistem mora biti sposoben ne samo učenja, ampak tudi pozabljanja
- neželjena pošta (spam) bo predstavljala tuje antigene
- željeno sporočilo bo uporabljeno kot lastni antigen oziroma protitelo
- limfociti so digitalni biti informacije in vsak vsebuje vzorec, ki ga uporabimo kot protitelo

Opis problema

- tako kot imunski sistem loči med lastnimi in tujimi celicami, program loči med željeno in neželjeno pošto
- antigen, značilen za določen tujek se tekom časa v tem primeru spreminja
- sistem mora biti sposoben ne samo učenja, ampak tudi pozabljanja
- neželjena pošta (spam) bo predstavljala tuje antigene
- željeno sporočilo bo uporabljeno kot lastni antigen oziroma protitelo
- limfociti so digitalni biti informacije in vsak vsebuje vzorec, ki ga uporabimo kot protitelo

Opis problema

- tako kot imunski sistem loči med lastnimi in tujimi celicami, program loči med željeno in neželjeno pošto
- antigen, značilen za določen tujek se tekom časa v tem primeru spreminja
- sistem mora biti sposoben ne samo učenja, ampak tudi pozabljanja
- neželjena pošta (spam) bo predstavljala tuje antigene
- željeno sporočilo bo uporabljeno kot lastni antigen oziroma protitelo
- limfociti so digitalni biti informacije in vsak vsebuje vzorec, ki ga uporabimo kot protitelo

Opis problema

- slabo povezovanje je nujno, da lahko majhno število protiteles zazna veliko število možnih tujkov podobnih oblik
- spominske celice si potem, ko so enkrat že zaznale tuj antigen, zapomnijo kako se braniti pred njim, vendar nočemo, da je to trajno
- osnovna nespecifična obramba so zakoni, ki prepovedujejo določena sporočila
- specifična obramba je kombinacija različnih sistemov za preprečevanje spama.

Opis problema

- slabo povezovanje je nujno, da lahko majhno število protiteles zazna veliko število možnih tujkov podobnih oblik
- spominske celice si potem, ko so enkrat že zaznale tuj antigen, zapomnijo kako se braniti pred njim, vendar nočemo, da je to trajno
- osnovna nespecifična obramba so zakoni, ki prepovedujejo določena sporočila
- specifična obramba je kombinacija različnih sistemov za preprečevanje spama.

Opis problema

- slabo povezovanje je nujno, da lahko majhno število protiteles zazna veliko število možnih tujkov podobnih oblik
- spominske celice si potem, ko so enkrat že zaznale tuj antigen, zapomnijo kako se braniti pred njim, vendar nočemo, da je to trajno
- osnovna nespecifična obramba so zakoni, ki prepovedujejo določena sporočila
- specifična obramba je kombinacija različnih sistemov za preprečevanje spama.

Opis problema

- slabo povezovanje je nujno, da lahko majhno število protiteles zazna veliko število možnih tujkov podobnih oblik
- spominske celice si potem, ko so enkrat že zaznale tuj antigen, zapomnijo kako se braniti pred njim, vendar nočemo, da je to trajno
- osnovna nespecifična obramba so zakoni, ki prepovedujejo določena sporočila
- specifična obramba je kombinacija različnih sistemov za preprečevanje spama.

Delovanje preprečevanja spama

- imeti moramo 'knjižnjico' elementov, za katere vemo, ali so željeni ali ne, da jo uporabimo za učenje
- v vsakem sporočilu preverimo delež željenih in neželjenih elementov in razvrščamo sporočila glede na mejo, ki smo jo določili
- ko je sistem naučen, se knjižnica z vsakim novim sporočilom posodablja, njeni elementi pa se lahko tudi starajo, odmirajo ali pa 'rojevajo'na novo

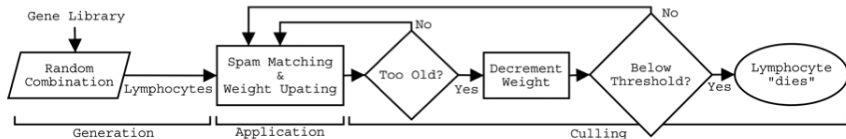
Delovanje preprečevanja spama





- imeti moramo 'knjižnjico' elementov, za katere vemo, ali so željeni ali ne, da jo uporabimo za učenje
- v vsakem sporočilu preverimo delež željenih in neželjenih elementov in razvrščamo sporočila glede na mejo, ki smo jo določili
- ko je sistem naučen, se knjižnica z vsakim novim sporočilom posodablja, njeni elementi pa se lahko tudi starajo, odmirajo ali pa 'rojevajo'na novo






Delovanje preprečevanja spama




- imeti moramo 'knjižnjico' elementov, za katere vemo, ali so željeni ali ne, da jo uporabimo za učenje
- v vsakem sporočilu preverimo delež željenih in neželjenih elementov in razvrščamo sporočila glede na mejo, ki smo jo določili
- ko je sistem naučen, se knjižnica z vsakim novim sporočilom posodablja, njeni elementi pa se lahko tudi starajo, odmirajo ali pa 'rojevajo'na novo

Življenjski cikel elementov knjižnice






-  El-Ghazali Talbi, *Metaheuristics, from design to implementation*, A John Wiley & sons, Inc., Publication (1965) strani 264–270.
-  Stušek Peter, *Biologija človeka za gimnazije*, DZS 2002
-  <http://ima.ac.uk/papers/greensmith2010.pdf>
-  http://eprints.nottingham.ac.uk/621/1/03intros_ais_tutorial.pdf
-  <http://terri.zone12.com/doc/academic/crossroads/>

-  El-Ghazali Talbi, *Metaheuristics, from design to implementation*, A John Wiley & sons, Inc., Publication (1965) strani 264–270.
-  Stušek Peter, *Biologija človeka za gimnazije*, DZS 2002
-  <http://ima.ac.uk/papers/greensmith2010.pdf>
-  http://eprints.nottingham.ac.uk/621/1/03intros_ais_tutorial.pdf
-  <http://terri.zone12.com/doc/academic/crossroads/>

-  El-Ghazali Talbi, *Metaheuristics, from design to implementation*, A John Wiley & sons, Inc., Publication (1965) strani 264–270.
-  Stušek Peter, *Biologija človeka za gimnazije*, DZS 2002
-  <http://ima.ac.uk/papers/greensmith2010.pdf>
-  http://eprints.nottingham.ac.uk/621/1/03intros_ais_tutorial.pdf
-  <http://terri.zone12.com/doc/academic/crossroads/>

-  El-Ghazali Talbi, *Metaheuristics, from design to implementation*, A John Wiley & sons, Inc., Publication (1965) strani 264–270.
-  Stušek Peter, *Biologija človeka za gimnazije*, DZS 2002
-  <http://ima.ac.uk/papers/greensmith2010.pdf>
-  http://eprints.nottingham.ac.uk/621/1/03intros_ais_tutorial.pdf
-  <http://terri.zone12.com/doc/academic/crossroads/>

-  El-Ghazali Talbi, *Metaheuristics, from design to implementation*, A John Wiley & sons, Inc., Publication (1965) strani 264–270.
-  Stušek Peter, *Biologija človeka za gimnazije*, DZS 2002
-  <http://ima.ac.uk/papers/greensmith2010.pdf>
-  http://eprints.nottingham.ac.uk/621/1/03intros_ais_tutorial.pdf
-  <http://terri.zone12.com/doc/academic/crossroads/>