

Основне академске студије
Информациони инжењеринг

Методе и технике науке о подацима

Увод у фази системе

(материјали за предавања)

- 1. Фази системи**
2. Извори и литература

Примене теорије фази скупова (по Цимерману)

примене у математици

логика, теорија графова...

примене у алгоритмима

методи кластеризације, алгоритми управљања...

примена у стандардним моделима

модели одржавања, модели управљања инвентаром...

примена у пракси

примена у разноврсним реалним проблемима

Фази управљање (по Цимерману)

примена фази логике у системима управљања
фази контролер

посебна врста система директног дигиталног управљања
знање о процесу експлицитно моделовано помоћу правила
правила обухватају језичке променљиве и њихове термове

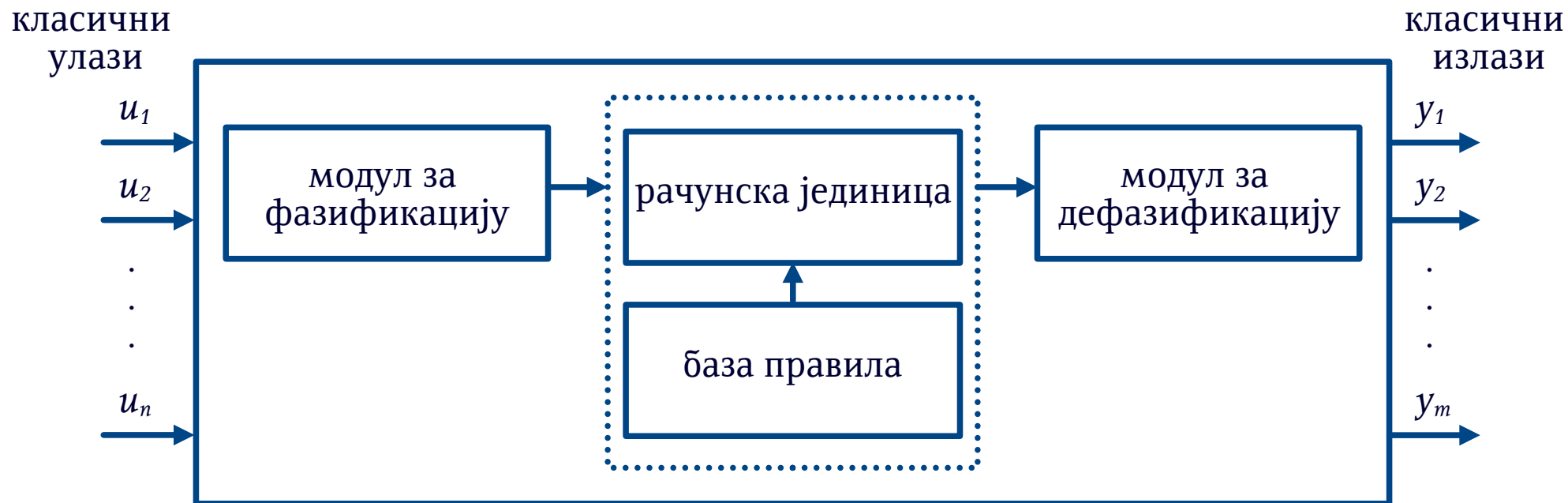
примери врста фази контролера

Мамданијев контролер

Сугенов контролер

Фази систем – општа структура

фази контролер по узору на Мамданијев контролер



Фази систем – општа структура

компоненте фази контролера

модул за фазификацију

класичне улазне вредности трансформише у фази скупове

база правила

база правила у којима се користе језичке променљиве

рачунска јединица (механизам за закључивање)

генерише фази скупове за излазне променљиве на основу улазних фази скупова и правила из базе правила

модул за дефазификацију

трансформише фази скупове које генерише рачунска јединица у класичне излазне вредности

Фази систем – општа структура

језичко правило

језичке променљиве

$$V_1, V_2, \dots, V_n$$

термови језичких променљивих

скуп термова језичке променљиве V_i

$$A_i = \{ A_i^1, A_i^2, \dots, A_i^{m_i} \}$$

$$A_i = \{ A_i^j \mid j = 1, 2, \dots, m_i \}$$

ознака језичке променљиве

$$i = 1, 2, \dots, n$$

број термова за i -ту језичку променљиву

$$m_i$$

ознака терма језичке променљиве

$$j = 1, 2, \dots, m_i$$

термови могу бити представљени помоћу одговарајућих функција припадности

$$\mu_i^j(u_i)$$

Фази систем – општа структура

језичко правило

језичке променљиве и њихови термови – пример

пример 1

$V_1 = \mathbf{Svetlost}$

$A_1 = \{A_1^1, A_1^2, A_1^3\}$

$A_1^1 = topla$

$A_1^2 = neutralna$

$A_1^3 = hladna$

пример 2

$V_2 = \mathbf{Zvuk}$

$A_2 = \{A_2^1, A_2^2, A_2^3, A_2^4\}$

$A_2^1 = nečujan$

$A_2^2 = tih$

$A_2^3 = glasan$

$A_2^4 = bučan$

Фази систем – општа структура

језичко правило

општа структура језичког правила

правило облика *IF-THEN* (ако-онда)

правило које доводи у везу антецеденс (део на страни *IF*) и консеквенс (део на страни *THEN*)

у антецеденсу и консеквенсу могу се појавити језичке променљиве и њихови термови, као и везници

карактеристичне варијанте језичког правила

варијанта с више улаза и више излаза

IF V_1 is $A_1^{p_1}$ and V_2 is $A_2^{p_2}$ and ... and V_n is $A_n^{p_n}$

THEN W_1 is $B_1^{q_1}$ and W_2 is $B_2^{q_2}$ and ... and W_s is $B_s^{q_s}$

варијанта с више улаза и једним излазом

IF V_1 is $A_1^{p_1}$ and V_2 is $A_2^{p_2}$ and ... and V_n is $A_n^{p_n}$ THEN W is B^q

Фази систем – општа структура

језичко правило

повезаност две карактеристичне варијанте језичког правила

правило у варијанти са више улаза и више излаза може бити сведено на више правила у варијанти са више улаза и једним излазом путем декомпоновања по десној страни

IF V_1 is $A_1^{p_1}$ and V_2 is $A_2^{p_2}$ and ... and V_n is $A_n^{p_n}$
THEN W_1 is $B_1^{q_1}$ and W_2 is $B_2^{q_2}$ and ... and W_s is $B_s^{q_s}$



IF V_1 is $A_1^{p_1}$ and V_2 is $A_2^{p_2}$ and ... and V_n is $A_n^{p_n}$ THEN W_1 is $B_1^{q_1}$

IF V_1 is $A_1^{p_1}$ and V_2 is $A_2^{p_2}$ and ... and V_n is $A_n^{p_n}$ THEN W_2 is $B_2^{q_2}$

⋮

IF V_1 is $A_1^{p_1}$ and V_2 is $A_2^{p_2}$ and ... and V_n is $A_n^{p_n}$ THEN W_s is $B_s^{q_s}$

Фази систем – општа структура

обрада у фази контролеру

користе се улазне вредности

$$u_i, i=1,2,\dots,n$$

користи се база правила састављена од k правила

$$r_h, h=1,2,\dots,k$$

генерише се излазна вредност

y

поступак обраде може варирати у разним корацима

избор поступка фазификације

начин одређивања пресека фази скупова

начин закључивања

...

Фази систем – општа структура

обрада у фази контролеру – основни поступак обраде

фаза фазификације

трансформисање улазних вредности у фази скупове, који се користе у даљој обради

обично се изводи синглтон фазификација

фазификација заснована на синглтон функцији припадности

за посматрану улазну вредност добија се фази скуп у којем посматраној улазној вредности одговара степен припадности 1 а осталим вредностима степен припадности 0

Фази систем – општа структура

обрада у фази контролеру – основни поступак обраде

фаза обраде у рачунској јединици

потфаза утврђивања поклапања улазних вредности с антецеденсима правила

за свако правило изводи се генерисање фази скупова тако што се за сваку улазну вредност одређује пресек на нивоу фази скупа добијеног фазификацијом за ту улазну вредност и фази скупа из антецеденса правила који одговара тој улазној вредности, а генерисани фази скупови служе за даљу обраду

за синглтон фазификацију, своди се на рачунање степена припадности улазне вредности одговарајућем фази скупу из антецеденса правила

за сваки антецеденс правила изводи се одређивање пресека на нивоу фази скупова који су добијени за то правило у претходном кораку

представља утврђивање степена у којем је антецеденс правила задовољен за улазне вредности

Фази систем – општа структура

обрада у фази контролеру – основни поступак обраде

фаза обраде у рачунској јединици

потфаза закључивања

за свако правило изводи се одређивање пресека на нивоу фази скупа добијеног за антецеденс тог правила у претходном кораку и фази скупа који одговара консеквенсу тог правила, чиме се добија резултујући фази скуп

представља утврђивање степена у којем је правило задовољено за улазне вредности

за сва правила обједињено може се извести одређивање уније на нивоу резултујућих фази скупова који су добијени у претходном кораку, чиме се добија општи резултујући фази скуп

Фази систем – општа структура

обрада у фази контролеру – основни поступак обраде

фаза дефазификације

трансформисање резултујућих фази скупова или општег резултујућег фази скупа у излазну вредност

постоје разне стратегије дефазификације

стратегије екстремне вредности (обично стратегија максимума)

избор вредности којој одговара екстремна вредност функције припадности применљиво када тачно једној вредности одговара екстремна вредност функције припадности

избор најмање, средишње или највеће вредности којој одговара екстремна вредност функције припадности

применљиво и када постоји више различитих вредности којима одговара екстремна вредност функције припадности

...

стратегије центроида

избор центра површине

избор вредности која одговара центру површине где је степен припадности већи од нуле (дели површину на два једнака дела)

избор центра гравитације

...

...

Фази систем – општа структура

обрада у фази контролеру – основни поступак обраде

могући начини рачунања

фаза обраде у рачунској јединици

потфаза утврђивања поклапања улазних вредности с антецеденсима правила за случај правила r

$$\alpha_r = \min_{i=1,2,\dots,n} \{ \mu_i^{p_i}(u_i) \}$$

потфаза закључивања

резултујући фази скуп за случај правила r

$$\mu_r^c(y) = \min \{ \alpha_r, \mu^q(y) \}$$

општи резултујући фази скуп

$$\mu^c(y) = \max_r \{ \mu_r^c(y) \}$$

Пример

задатак

на основу температуре ваздуха и брзине ветра одредити трајање шетње

Пример

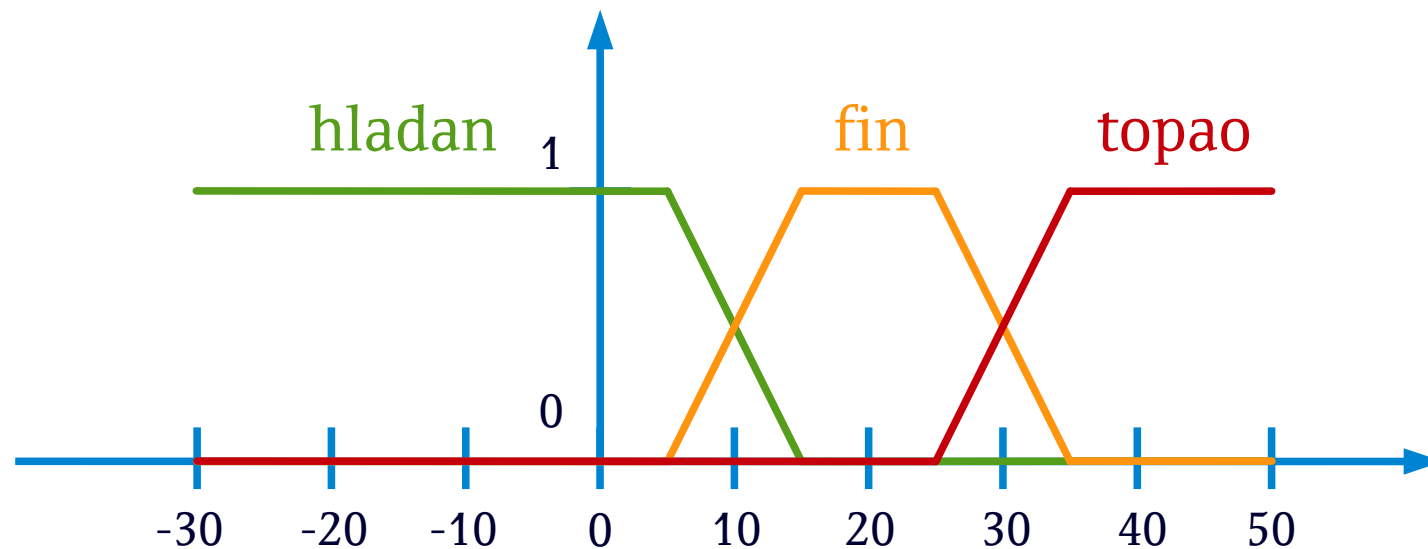
језичке променљиве – Vazduh

термови

hladan, fin, topao

универзум дискурса

температура ваздуха изражена у степенима Целзијуса



Пример

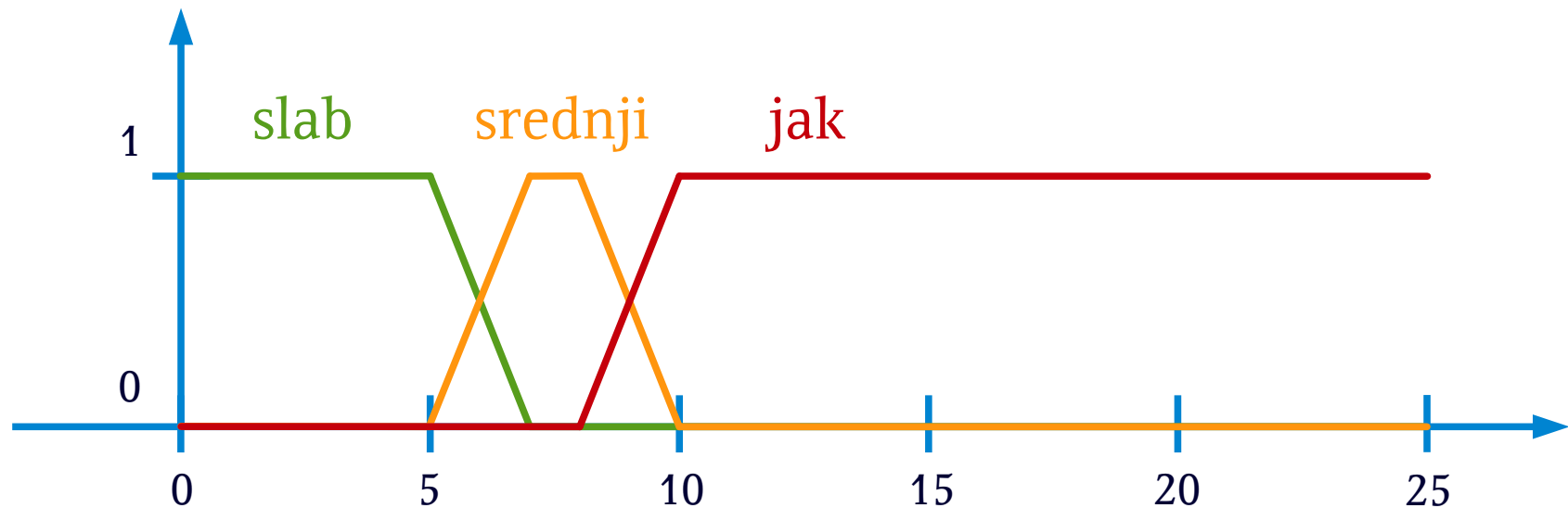
језичке променљиве – **Vetar**

термови

slab, srednji, jak

универзум дискурса

брзина ветра изражена у метрима по секунди



Пример

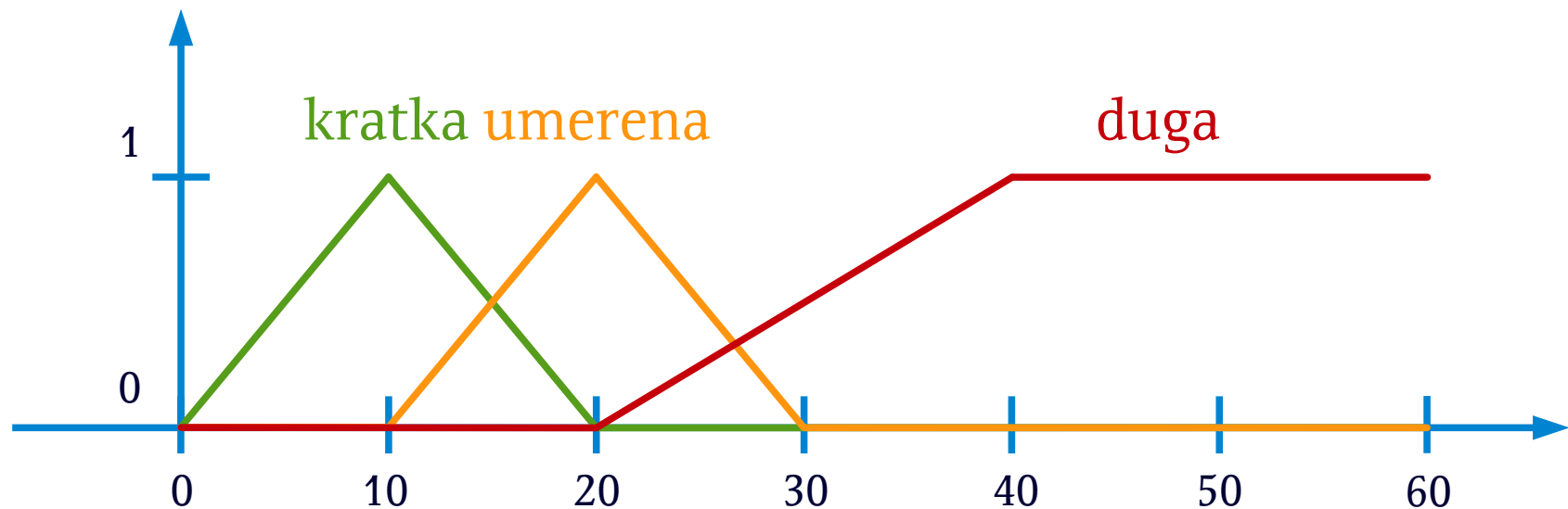
језичке променљиве – **Šetnja**

термови

kratka, umerena, duga

универзум дискурса

трајање шетње изражено у минутима



Пример правила

1: IF **Vazduh** is *hladan* and **Vetar** is *slab* THEN **Šetnja** is *kratka*

2: IF **Vazduh** is *fin* and **Vetar** is *slab* THEN **Šetnja** is *duga*

3: IF **Vazduh** is *fin* and **Vetar** is *srednji* THEN **Šetnja** is *umerena*

4: IF **Vazduh** is *fin* and **Vetar** is *jak* THEN **Šetnja** is *kratka*

5: IF **Vazduh** is *topao* and **Vetar** is *srednji* THEN **Šetnja** is *kratka*

Пример

правила – табела

		Vetar		
		<i>slab</i>	<i>srednji</i>	<i>jak</i>
Vazduh	<i>hladan</i>	<i>kratka</i>		
	<i>fin</i>	<i>duga</i>	<i>umerena</i>	<i>kratka</i>
	<i>topao</i>	<i>kratka</i>		

Пример

примена

поставка улазних вредности

температура ваздуха је 10 °C

брзина ветра је 9 m/s

одређивање излазне вредности – део 1

1: IF **Vazduh** is *hladan* and **Vetar** is *slab* THEN **Šetnja** is *kratka*

$$\alpha_1 = \min \{0,5, 0\} = 0$$

2: IF **Vazduh** is *fin* and **Vetar** is *slab* THEN **Šetnja** is *duga*

$$\alpha_2 = \min \{0,5, 0\} = 0$$

3: IF **Vazduh** is *fin* and **Vetar** is *srednji* THEN **Šetnja** is *umerena*

$$\alpha_3 = \min \{0,5, 0,5\} = 0,5$$

4: IF **Vazduh** is *fin* and **Vetar** is *jak* THEN **Šetnja** is *kratka*

$$\alpha_4 = \min \{0,5, 0,5\} = 0,5$$

5: IF **Vazduh** is *topao* and **Vetar** is *srednji* THEN **Šetnja** is *kratka*

$$\alpha_5 = \min \{0, 0,5\} = 0$$

Пример

примена

поставка улазних вредности

температура ваздуха је 10 °C

брзина ветра је 9 m/s

одређивање излазне вредности – део 2

3: IF **Vazduh** is *fin* and **Vetar** is *srednji* THEN **Šetnja** is *umerena*

$$\mu_3^c(y) = \min \{ \alpha_3, \mu^{umerena}(y) \} = \min \{ 0,5, \mu^{umerena}(y) \}$$

4: IF **Vazduh** is *fin* and **Vetar** is *jak* THEN **Šetnja** is *kratka*

$$\mu_4^c(y) = \min \{ \alpha_4, \mu^{kratka}(y) \} = \min \{ 0,5, \mu^{kratka}(y) \}$$

Пример

примена

поставка улазних вредности

температура ваздуха је 10 °C

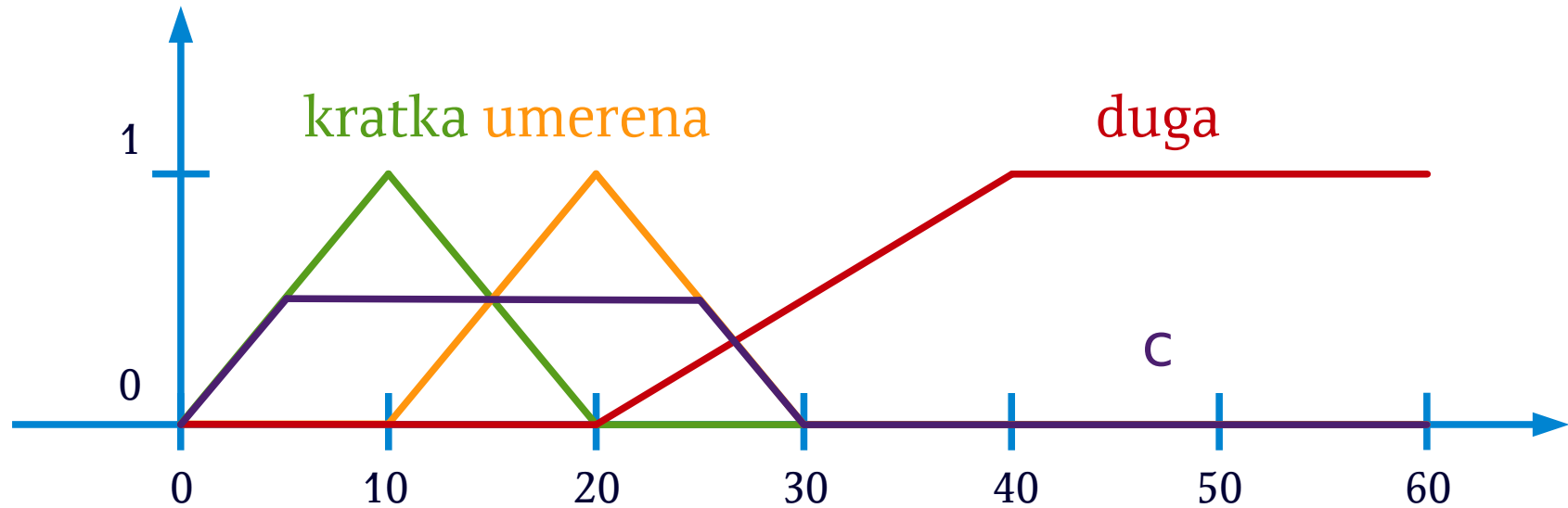
брзина ветра је 9 m/s

одређивање излазне вредности – део 3

$$\mu^c(y) = \max\{\mu_3^c(y), \mu_4^c(y)\}$$

$$\mu_3^c(y) = \min\{\alpha_3, \mu^{umerena}(y)\} = \min\{0,5, \mu^{umerena}(y)\}$$

$$\mu_4^c(y) = \min\{\alpha_4, \mu^{kratka}(y)\} = \min\{0,5, \mu^{kratka}(y)\}$$



Пример

примена

поставка улазних вредности

температура ваздуха је 10 °C

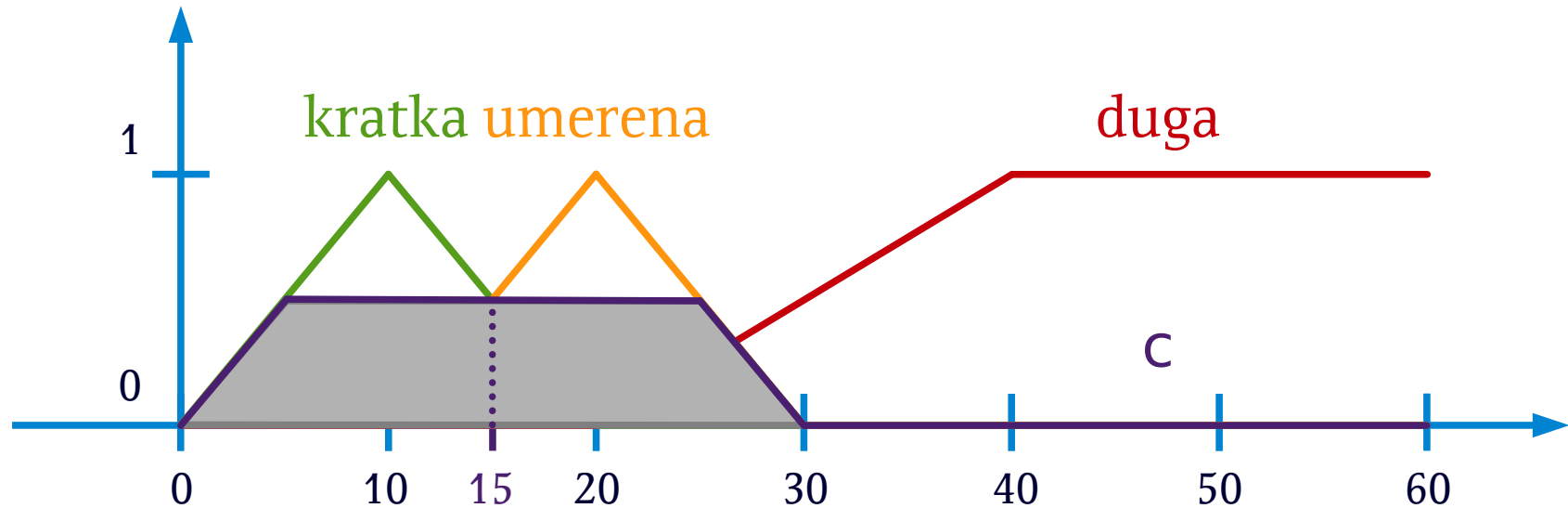
брзина ветра је 9 m/s

одређивање излазне вредности – део 4

$$\mu^c(y) = \max\{\mu_3^c(y), \mu_4^c(y)\}$$

$$\mu_3^c(y) = \min\{\alpha_3, \mu^{umerena}(y)\} = \min\{0,5, \mu^{umerena}(y)\}$$

$$\mu_4^c(y) = \min\{\alpha_4, \mu^{kratka}(y)\} = \min\{0,5, \mu^{kratka}(y)\}$$



трајање шетње је 15 минута

одређено применом стратегије центроида (избором центра површине)

1. Фази системи

2. Извори и литература

Основни извори и литература

- ◆ Zimmerman H-J. Fuzzy Set Theory—and Its Applications. 4th edition. Springer Science+Business Media (New York, NY, USA); 2001.
- ◆ Passino KM, Yurkovich S. Fuzzy Control. Addison Wesley Longman (Menlo Park, CA, USA); 1998.

Основне академске студије
Информациони инжењеринг

Методе и технике науке о подацима

Увод у фази системе

(материјали за предавања)