Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

PROBLEMA D

UNIVERSAL

UNIVERSAL é Indecidível

Aula 29 Problemas Indecidíveis Problema da Parada Problema Universal

Projeto e Análise de Algoritmos

Professor Eurinardo Rodrigues Costa Universidade Federal do Ceará Campus Russas

2021.1

UNIVERSAL

UNIVERSAL é Indecidíve

Aulas Passadas

PROBLEMA DA PARADA

PROBLEMA UNIVERSAL
UNIVERSAL É Indecidível

Aulas Passadas

PAA - Aula 29

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

PROBLEMA D

PROBLEMA UNIVERSAL

PROBLEMA D

'ROBLEMA JNIVERSAL

UNIVERSAL é Indecidível

Correção de algoritmos

UNIVERSAL

- Correção de algoritmos
 - ► Iterativos/ Recursivos

PROBLEMA D

JNIVERSAL

- Correção de algoritmos
 - ► Iterativos/ Recursivos
- Análise de Algoritmos

- Correção de algoritmos
 - Iterativos/ Recursivos
- Análise de Algoritmos
 - Complexidade Tempo/Espaço

- Correção de algoritmos
 - Iterativos/ Recursivos
- Análise de Algoritmos
 - Complexidade Tempo/Espaço
 - Notação Assintótica

- Correção de algoritmos
 - Iterativos/ Recursivos
- Análise de Algoritmos
 - Complexidade Tempo/Espaço
 - Notação Assintótica
 - Algoritmos Iterativos (repetições de linhas)

- Correção de algoritmos
 - Iterativos/ Recursivos
- Análise de Algoritmos
 - Complexidade Tempo/Espaço
 - Notação Assintótica
 - Algoritmos Iterativos (repetições de linhas)
 - Método da árvore de recurção

- Correção de algoritmos
 - Iterativos/ Recursivos
- Análise de Algoritmos
 - Complexidade Tempo/Espaço
 - Notação Assintótica
 - Algoritmos Iterativos (repetições de linhas)
 - Método da árvore de recurção
 - Teorema Mestre

- Correção de algoritmos
 - Iterativos/ Recursivos
- Análise de Algoritmos
 - Complexidade Tempo/Espaço
 - Notação Assintótica
 - Algoritmos Iterativos (repetições de linhas)
 - Método da árvore de recurção
 - Teorema Mestre
- Projeto de Algoritmos

- Correção de algoritmos
 - ► Iterativos/ Recursivos
- Análise de Algoritmos
 - Complexidade Tempo/Espaço
 - Notação Assintótica
 - Algoritmos Iterativos (repetições de linhas)
 - Método da árvore de recurção
 - Teorema Mestre
- Projeto de Algoritmos
 - Divisão e Conquista

- Correção de algoritmos
- Iterativos/ Recursivos
- Análise de Algoritmos
 - Complexidade Tempo/Espaço
 - Notação Assintótica
 - Algoritmos Iterativos (repetições de linhas)
 - Método da árvore de recurção
 - Teorema Mestre
- Projeto de Algoritmos
 - Divisão e Conquista
 - Programação Dinâmica

Aulas Passadas

- Correção de algoritmos
 - Iterativos/ Recursivos
- Análise de Algoritmos
 - Complexidade Tempo/Espaço
 - Notação Assintótica
 - Algoritmos Iterativos (repetições de linhas)
 - Método da árvore de recurção
 - Teorema Mestre
- Projeto de Algoritmos
 - Divisão e Conquista
 - Programação Dinâmica
 - Algoritmos Gulosos

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

PROBLEMA DA

PROBLEMA UNIVERSAL



Aulas Passadas

- Correção de algoritmos
 - Iterativos/ Recursivos
- Análise de Algoritmos
 - Complexidade Tempo/Espaço
 - Notação Assintótica
 - Algoritmos Iterativos (repetições de linhas)
 - Método da árvore de recurção
 - Teorema Mestre
- Projeto de Algoritmos
 - Divisão e Conquista
 - Programação Dinâmica
 - Algoritmos Gulosos
- Classes P, NP e NPC

Prof Furinardo

Aulas Passadas

PROBLEMA DA PARADA

UNIVERSAL UNIVERSAL É Indecidíve

- Aulas Passadas
 - Parada

- Correção de algoritmos
 - Iterativos/ Recursivos
- Análise de Algoritmos
 - Complexidade Tempo/Espaço
 - Notação Assintótica
 - Algoritmos Iterativos (repetições de linhas)
 - Método da árvore de recurção
 - Teorema Mestre
- Projeto de Algoritmos
 - Divisão e Conquista
 - Programação Dinâmica
 - Algoritmos Gulosos
- Classes P. NP e NPC
- Problemas NP-completos

- Correção de algoritmos
 - Iterativos/ Recursivos
- Análise de Algoritmos
 - Complexidade Tempo/Espaço
 - Notação Assintótica
 - Algoritmos Iterativos (repetições de linhas)
 - Método da árvore de recurção
 - Teorema Mestre
- Projeto de Algoritmos
 - Divisão e Conquista
 - Programação Dinâmica
 - Algoritmos Gulosos
- Classes P, NP e NPC
- Problemas NP-completos
 - SAT, 3SAT, CLIQUE, COBVERT e SOMA-SUBC.

Problemas Indecidíveis

PAA - Aula 29

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

PROBLEMA DA

PROBLEMA UNIVERSAL

Problemas Indecidíveis

Problema da Parada

PAA - Aula 29

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

PROBLEMA DA

PROBLEMA UNIVERSAL

UNIVERSAL é Indecidíve

PROBLEMA DA PARADA

Instância:

Instância: algoritmo M com saída sim/não e uma entrada w de M

PROBLEMA

Problema da Parada

Instância: algoritmo M com saída sim/não e uma

entrada w de M

Pergunta:

Instância: algoritmo M com saída sim/não e uma

entrada w de M

Pergunta: *M* irá parar com a entrada *w*?

Instância: algoritmo M com saída sim/não e uma

entrada w de M

Pergunta: *M* irá parar com a entrada *w*?

PROBLEMA UNIVERSAL

Instância: algoritmo ${\it M}$ com saída sim/não e uma

entrada w de M

Pergunta: *M* irá parar com a entrada *w*?

PROBLEMA UNIVERSAL

Instância:

Instância: algoritmo M com saída sim/não e uma

entrada w de M

Pergunta: M irá parar com a entrada w?

PROBLEMA UNIVERSAL

Instância: algoritmo M com saída sim/não e uma

entrada w de M

Instância: algoritmo *M* com saída sim/não e uma

entrada w de M

Pergunta: *M* irá parar com a entrada *w*?

PROBLEMA UNIVERSAL

Instância: algoritmo *M* com saída sim/não e uma

entrada w de M

Pergunta:

Instância: algoritmo *M* com saída sim/não e uma

entrada w de M

Pergunta: *M* irá parar com a entrada *w*?

PROBLEMA UNIVERSAL

Instância: algoritmo *M* com saída sim/não e uma

entrada w de M

Pergunta: *M* aceita *w*, isto é, responde sim com a

entrada w?

Problemas Indecidíveis

PAA - Aula 29

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

PROBLEMA DA

PROBLEMA Universal

Problemas Indecidíveis

Teorema

PAA - Aula 29

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

PROBLEMA DA

roblema Iniversal

Universal é Indecidível

JNIVERSAL

UNIVERSAL é Indecidível

Teorema

PROBLEMA UNIVERSAL é indecidível.

UNIVERSAL é Indecidível

Teorema

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

UNIVERSAL é Indecidível

Teorema

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

Por contradição

LINIVERSAL É Indecidivel

Teorema

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

Por contradição, suponha que existe um algoritmo H que resolve o Problema Universal

LINIVERSAL É Indecidivel

Teorema

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

Por contradição, suponha que existe um algoritmo *H* que resolve o Problema Universal, isto é,

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

Por contradição, suponha que existe um algoritmo *H* que resolve o PROBLEMA UNIVERSAL, isto é,

H(M, w)

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

$$H(M, w) =$$

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

$$H(M, w) = \begin{cases} sim \end{cases}$$

PROBLEMA UNIVERSAL é indecidível.

Demonstração.

$$H(M, w) = \begin{cases} sim &, se M aceita w \end{cases}$$

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

Por contradição, suponha que existe um algoritmo *H* que resolve o Problema Universal, isto é,

$$H(M, w) = \begin{cases} sim & , se M aceita w \\ não \end{cases}$$

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

$$H(M, w) = \begin{cases} sim & , se M aceita w \\ não & , caso contrário. \end{cases}$$

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

Por contradição, suponha que existe um algoritmo H que resolve o PROBLEMA UNIVERSAL, isto é,

$$H(M, w) = \begin{cases} sim &, se M aceita w \\ não &, caso contrário. \end{cases}$$

Baseado em H

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

Por contradição, suponha que existe um algoritmo *H* que resolve o PROBLEMA UNIVERSAL, isto é,

$$H(M, w) = \begin{cases} sim & , se M aceita w \\ não & , caso contrário. \end{cases}$$

Baseado em H seja D um algoritmo que recebe < M >

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

Por contradição, suponha que existe um algoritmo H que resolve o PROBLEMA UNIVERSAL, isto é,

$$H(M, w) = \begin{cases} sim & , se M aceita w \\ não & , caso contrário. \end{cases}$$

Baseado em \dot{H} seja D um algoritmo que recebe < M > (código binário)

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

Por contradição, suponha que existe um algoritmo H que resolve o PROBLEMA UNIVERSAL, isto é,

$$H(M, w) = \begin{cases} sim & , se M aceita w \\ não & , caso contrário. \end{cases}$$

Baseado em \dot{H} seja D um algoritmo que recebe < M > (código binário) e reponde sim

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

Por contradição, suponha que existe um algoritmo *H* que resolve o PROBLEMA UNIVERSAL, isto é,

$$H(M, w) = \begin{cases} sim & , se M aceita w \\ não & , caso contrário. \end{cases}$$

Baseado em H seja D um algoritmo que recebe < M > (código binário) e reponde sim, se M **não** aceita < M > ou não para

PROBLEMA UNIVERSAL é indecidível.

Demonstração.

Por contradição, suponha que existe um algoritmo *H* que resolve o PROBLEMA UNIVERSAL, isto é,

$$H(M, w) = \begin{cases} sim & , se M aceita w \\ não & , caso contrário. \end{cases}$$

Baseado em H seja D um algoritmo que recebe < M > (código binário) e reponde sim, se M **não** aceita < M > ou não para, isto é,

Por contradição, suponha que existe um algoritmo *H* que resolve o PROBLEMA UNIVERSAL, isto é,

$$H(M, w) = \begin{cases} sim & , se M aceita w \\ não & , caso contrário. \end{cases}$$

Baseado em H seja D um algoritmo que recebe < M > (código binário) e reponde sim, se M **não** aceita < M > ou não para, isto é,

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

Problema d Parada

UNIVERSAL
UNIVERSAL é Indecidível

Por contradição, suponha que existe um algoritmo *H* que resolve o PROBLEMA UNIVERSAL, isto é,

$$H(M, w) = \begin{cases} sim & , se M aceita w \\ não & , caso contrário. \end{cases}$$

Baseado em H seja D um algoritmo que recebe < M > (código binário) e reponde sim, se M **não** aceita < M > ou não para, isto é,

$$D(\langle M \rangle) =$$

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

PROBLEMA I

PROBLEMA UNIVERSAL UNIVERSAL é Indecidível

Por contradição, suponha que existe um algoritmo *H* que resolve o PROBLEMA UNIVERSAL, isto é,

$$H(M, w) = \begin{cases} sim & , se M aceita w \\ não & , caso contrário. \end{cases}$$

Baseado em H seja D um algoritmo que recebe < M > (código binário) e reponde sim, se M **não** aceita < M > ou não para, isto é,

$$D(\langle M \rangle) = \begin{cases} \tilde{\text{nao}} \end{cases}$$

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

PROBLEMA I

PROBLEMA
UNIVERSAL
UNIVERSAL é Indecidível

Por contradição, suponha que existe um algoritmo *H* que resolve o PROBLEMA UNIVERSAL, isto é,

$$H(M, w) = \begin{cases} sim & , se M aceita w \\ não & , caso contrário. \end{cases}$$

Baseado em H seja D um algoritmo que recebe < M > (código binário) e reponde sim, se M **não** aceita < M > ou não para, isto é,

$$D(< M>) = \begin{cases} n\tilde{a}o & \text{, se } M \text{ aceita } < M> \end{cases}$$

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

Parada Problema

UNIVERSAL
UNIVERSAL é Indecidível

Por contradição, suponha que existe um algoritmo *H* que resolve o PROBLEMA UNIVERSAL, isto é,

$$H(M, w) = \begin{cases} \text{sim} & , \text{ se } M \text{ aceita } w \\ \text{não} & , \text{ caso contrário.} \end{cases}$$

Baseado em H seja D um algoritmo que recebe < M > (código binário) e reponde sim, se M **não** aceita < M > ou não para, isto é,

$$D(\langle M \rangle) = \begin{cases} \text{não} &, \text{ se } M \text{ aceita } \langle M \rangle \\ \text{sim} \end{cases}$$

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

PROBLEMA I

PROBLEMA
UNIVERSAL
UNIVERSAL é Indecidível

Por contradição, suponha que existe um algoritmo *H* que resolve o PROBLEMA UNIVERSAL, isto é,

$$H(M, w) = \begin{cases} sim & , se M aceita w \\ não & , caso contrário. \end{cases}$$

Baseado em H seja D um algoritmo que recebe < M > (código binário) e reponde sim, se M **não** aceita < M > ou não para, isto é,

$$D(\langle M \rangle) = \begin{cases} \tilde{\text{nao}} &, \text{ se } M \text{ aceita } \langle M \rangle \\ \tilde{\text{sim}} &, \text{ caso contrário.} \end{cases}$$

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

PARADA

PROBLEMA
UNIVERSAL
UNIVERSAL é Indecidível

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

ROBLEMA DA

PROBLEMA
UNIVERSAL
UNIVERSAL é Indecidível

Teorema

PROBLEMA UNIVERSAL é indecidível.

Demonstração.

PROBLEMA UNIVERSAL é indecidível.

Demonstração.

Claramente se *H* existe, então *D* existe.

PROBLEMA UNIVERSAL é indecidível.

Demonstração.

Claramente se H existe, então D existe. Qual a saída para D(< D>)?

PARADA

Teorema

PROBLEMA UNIVERSAL é indecidível.

Demonstração.

Claramente se *H* existe, então *D* existe.

$$D(\langle D \rangle) = n\tilde{a}o$$

PARADA

Teorema

PROBLEMA UNIVERSAL é indecidível.

Demonstração.

Claramente se *H* existe, então *D* existe.

$$D(< D>) = n ilde{a}o o D$$
 aceita $< D>$

PROBLEMA UNIVERSAL é indecidível.

Demonstração.

Claramente se *H* existe, então *D* existe.

Qual a saída para D(< D>)?

D(< D>) = não $\rightarrow D$ aceita < D>, isto é,

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

Claramente se *H* existe, então *D* existe.

$$D(\langle D \rangle) = \tilde{\text{nao}} \rightarrow D \text{ aceita } \langle D \rangle, \text{ isto \'e, } D(\langle D \rangle) = \text{sim.}$$

PROBLEMA UNIVERSAL é indecidível.

Demonstração.

Claramente se *H* existe, então *D* existe.

$$D(< D>) = n$$
ão $\rightarrow D$ aceita $< D>$, isto é, $D(< D>) = sim$. Logo

PROBLEMA UNIVERSAL é indecidível.

Demonstração.

Claramente se *H* existe, então *D* existe.

$$D(\langle D \rangle) = \tilde{\text{nao}} \rightarrow D \text{ aceita } \langle D \rangle$$
, isto é, $D(\langle D \rangle) = \text{sim}$. Logo

$$D(\langle D \rangle) = \tilde{\text{nao}} \rightarrow D(\langle D \rangle) = \tilde{\text{sim}}.$$

PROBLEMA UNIVERSAL é indecidível.

Demonstração.

Claramente se *H* existe, então *D* existe.

Qual a saída para D(< D>)?

$$D(\langle D \rangle) = \tilde{\text{nao}} \rightarrow D \text{ aceita } \langle D \rangle, \text{ isto \'e}, \ D(\langle D \rangle) = \text{sim}.$$

Logo

$$D(\langle D \rangle) = \tilde{\text{nao}} \rightarrow D(\langle D \rangle) = \tilde{\text{sim}}.$$

Absurdo!

PROBLEMA UNIVERSAL é indecidível.

Demonstração.

Claramente se *H* existe, então *D* existe.

Qual a saída para D(< D>)?

$$D(\langle D \rangle) = \tilde{\text{nao}} \rightarrow D \text{ aceita } \langle D \rangle, \text{ isto \'e, } D(\langle D \rangle) = \text{sim.}$$

Logo

$$D(\langle D \rangle) = \tilde{\text{nao}} \rightarrow D(\langle D \rangle) = \tilde{\text{sim}}.$$

Absurdo!

Logo D não existe

Problema Universal é indecidível.

Demonstração.

Claramente se *H* existe, então *D* existe.

Qual a saída para $D(\langle D \rangle)$?

$$D(\langle D \rangle) = \tilde{\text{nao}} \rightarrow D \text{ aceita } \langle D \rangle, \text{ isto \'e, } D(\langle D \rangle) = \text{sim.}$$

Logo

$$D(\langle D \rangle) = \tilde{\text{nao}} \rightarrow D(\langle D \rangle) = \tilde{\text{sim}}.$$

Absurdo!

Logo D não existe e portando H não existe.

Aulas Passadas

PROBLEMA D

UNIVERSAL UNIVERSAL é Indecidível

SIPSER, M. Introdução a teoria da computação. 2 ed. Thompson Learning, ano 2007.

Prof. Eurinardo

Aulas Passadas

PROBLEMA D

UNIVERSAL

UNIVERSAL é Indecidível

Obrigado!