Elementi di Bioinformatica

Gianluca Della Vedova

Univ. Milano–Bicocca
http://gianluca.dellavedova.org

19 novembre 2019

Trie

Trie

- Albero
- Query: parola $\in$ dizionario
- archi etichettati
- Percorso radice-foglia $=$ parola

Dizionario

ABRACADABRA
ARRAY

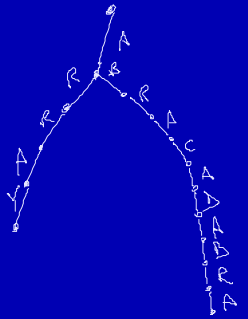
Trie

Trie

- Albero
- Query: parola $\in$ dizionario
- archi etichettati
- Percorso radice-foglia = parola

Dizionario

ABRACADABRA
ARRAY



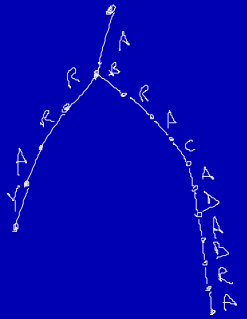
Trie

Trie

- Albero
- Query: parola $\in$ dizionario
- archi etichettati
- Percorso radice-foglia = parola

Dizionario

ABRACADABRA
ARRAY
ABRA



Trie

Terminatore

$ non appartiene all'alfabeto

Trie

Terminatore

$ non appartiene all'alfabeto

Dizionario

ABRACADABRA$
ARRAY$
ABRA$

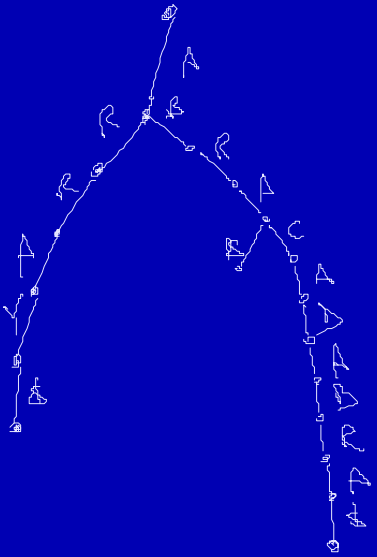
Trie

Terminatore

$ non appartiene all'alfabeto

Dizionario

ABRACADABRA$
ARRAY$
ABRA$



Suffix tree

Definizione

- Trie compatto di tutti i suffissi di $T\$$

Suffix tree

Definizione

- Trie compatto di tutti i suffissi di $T\$$
- Le etichette degli archi uscenti da x iniziano con simboli diversi

Suffix tree

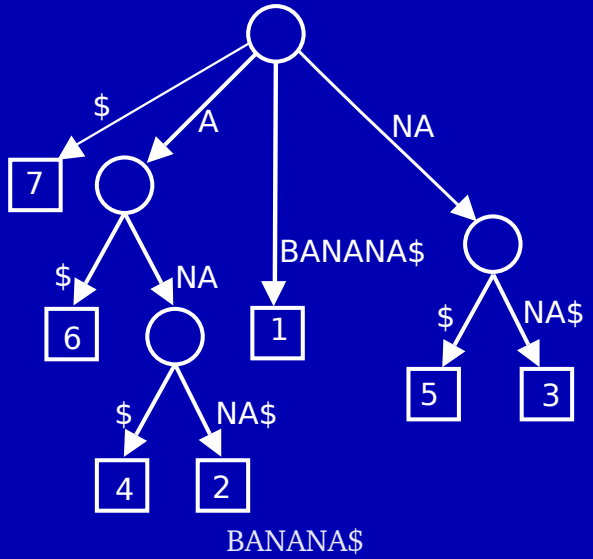
Definizione

- Trie compatto di tutti i suffissi di $T\$$
- Le etichette degli archi uscenti da x iniziano con simboli diversi
- suffissi $\iff$ percorso radice-foglia

Suffix tree

Definizione

- Trie compatto di tutti i suffissi di $T\$$
- Le etichette degli archi uscenti da x iniziano con simboli diversi
- suffissi $\Leftrightarrow$ percorso radice-foglia



Suffix tree 2: Definizione

- foglie etichettata con posizione inizio suffisso
- path-label(x): concatenazione etichette
- string-depth(x): lunghezza path-label(x)
- Pattern matching = visita

Problemi

- Spazio $O(n^2)$

Suffix tree 2: Definizione

- foglie etichettata con posizione inizio suffisso
- path-label(x): concatenazione etichette
- string-depth(x): lunghezza path-label(x)
- Pattern matching = visita

Problemi

- Spazio $O(n^2)$
- Puntatori al testo (posizioni)

Suffix tree 2: Definizione

- foglie etichettata con posizione inizio suffisso
- path-label(x): concatenazione etichette
- string-depth(x): lunghezza path-label(x)
- Pattern matching = visita

Problemi

- Spazio $O(n^2)$
- Puntatori al testo (posizioni)
- Spazio $20n$ bytes

Suffix array

Definizione

- Array dei suffissi in ordine lessicografico

Suffix array

Definizione

- Array dei suffissi in ordine lessicografico
- Posizioni iniziali del suffisso nell'array

Suffix array

Definizione

- Array dei suffissi in ordine lessicografico
- Posizioni iniziali del suffisso nell'array
- Spazio $4n$ bytes

Suffix array

Definizione

- Array dei suffissi in ordine lessicografico
- Posizioni iniziali del suffisso nell'array
- Spazio $4n$ bytes
- $Lcp[i]$: lunghezza prefisso comune $SA[i]$, $SA[i+1]$

Suffix array

Definizione

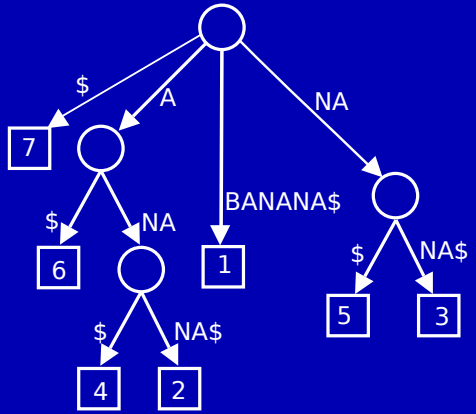
- Array dei suffissi in ordine lessicografico
- Posizioni iniziali del suffisso nell'array
- Spazio $4n$ bytes
- $Lcp[i]$: lunghezza prefisso comune $SA[i]$, $SA[i+1]$

BANANA$

i	1	2	3	4	5	6	7
SA	7	6	4	2	1	5	3
Lcp	0	1	3	0	0	2	-

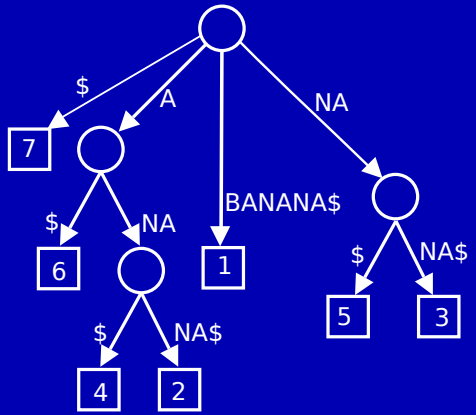
Da Suffix tree a Suffix array

- Visita depth-first di ST



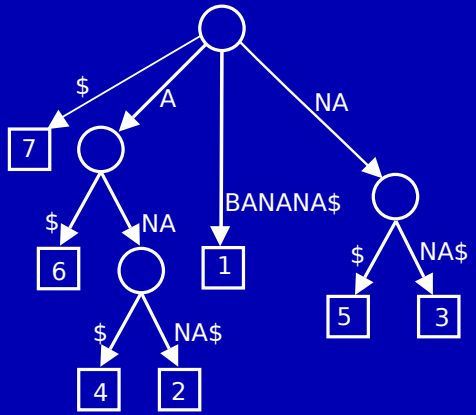
Da Suffix tree a Suffix array

- Visita depth-first di ST
- archi uscenti di ogni nodo in ordine lessicografico



Da Suffix tree a Suffix array

- Visita depth-first di ST
- archi uscenti di ogni nodo in ordine lessicografico
- $Lcp[i] =$ string-depth di $lca(i, i+1)$



Da Suffix array a Suffix tree

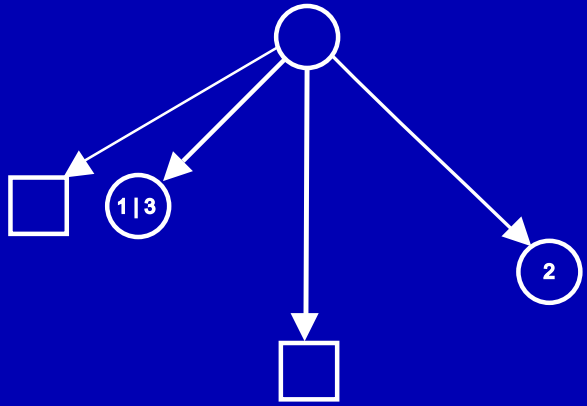
- $Lcp = 0$: partizione SA

BANANA$

i	0	1	2	3	4	5	6
SA	7	6	4	2	1	5	3
Lcp	0	1	3	0	0	2	-

Da Suffix array a Suffix tree

- $Lcp = 0$: partizione SA
- corrispondono ai figli della radice

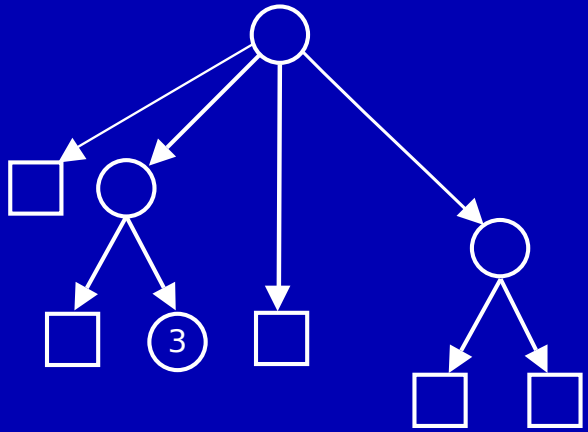


BANANA$

i	0	1	2	3	4	5	6
SA	7	6	4	2	1	5	3
Lcp	0	1	3	0	0	2	-

Da Suffix array a Suffix tree

- $Lcp = 0$: partizione SA
- corrispondono ai figli della radice
- ricorsione prendendo i numeri minimi



BANANA$

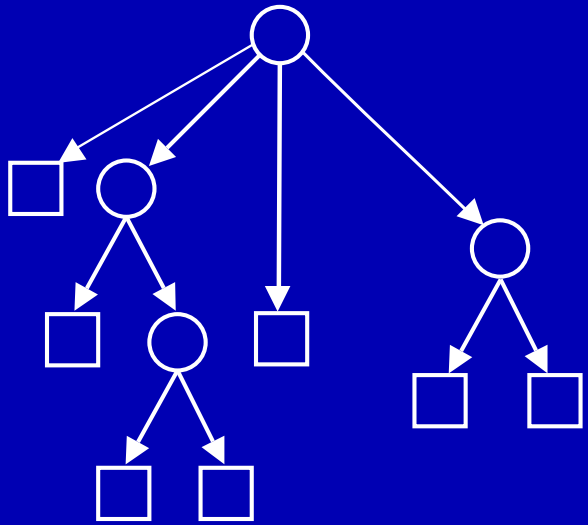
i	0	1	2	3	4	5	6
SA	7	6	4	2	1	5	3
Lcp	0	1	3	0	0	2	-

Da Suffix array a Suffix tree

- $Lcp = 0$: partizione SA
- corrispondono ai figli della radice
- ricorsione prendendo i numeri minimi

BANANA$

i	0	1	2	3	4	5	6
SA	7	6	4	2	1	5	3
Lcp	0	1	3	0	0	2	-

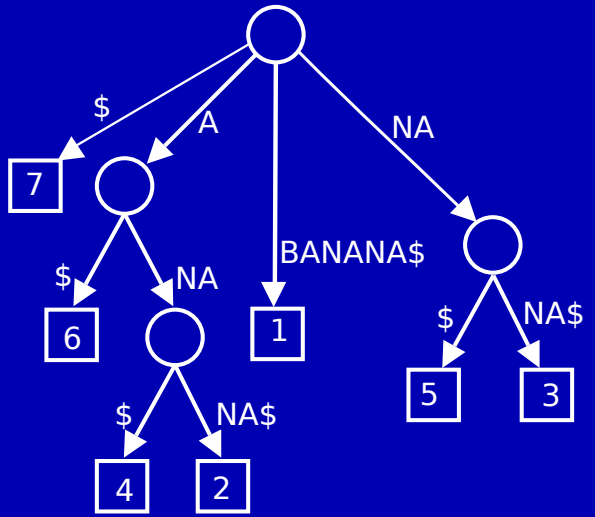


Da Suffix array a Suffix tree

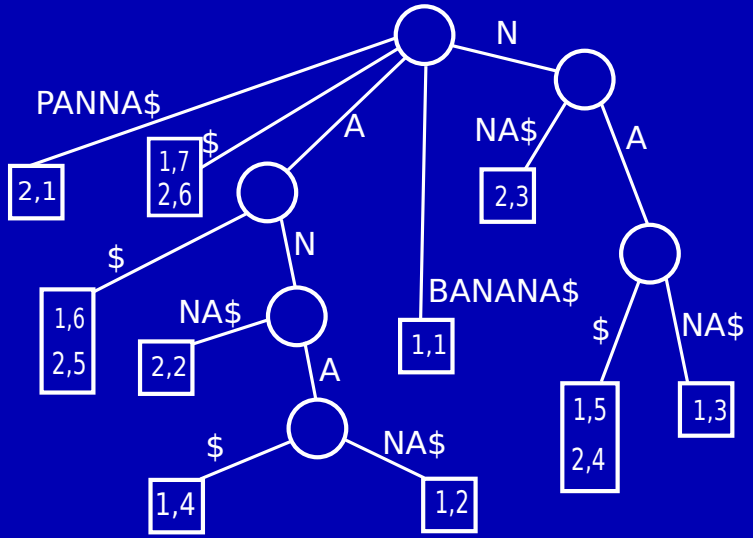
- $Lcp = 0$: partizione SA
- corrispondono ai figli della radice
- ricorsione prendendo i numeri minimi

BANANA$

i	0	1	2	3	4	5	6
SA	7	6	4	2	1	5	3
Lcp	0	1	3	0	0	2	-



Suffix tree generalizzato



s_1: BANANA$
s_2: PANNA$

Sottostringa comune più lunga di due stringhe

Due stringhe s_1 e s_2

- Suffix tree generalizzato = insieme di stringhe

Sottostringa comune più lunga di due stringhe

Due stringhe s_1 e s_2

- Suffix tree generalizzato = insieme di stringhe
- $ST(s_1\$_1 s_2\$_2)$

Sottostringa comune più lunga di due stringhe

Due stringhe s_1 e s_2

- Suffix tree generalizzato = insieme di stringhe
- $ST(s_1\$_1 s_2\$_2)$
- Nodo x con foglie di s_1 e s_2

Sottostringa comune più lunga di due stringhe

Due stringhe s_1 e s_2

- Suffix tree generalizzato = insieme di stringhe
- $ST(s_1\$_1 s_2\$_2)$
- Nodo x con foglie di s_1 e s_2
- Sottostringa di s_1 e s_2

Sottostringa comune più lunga di due stringhe

Due stringhe s_1 e s_2

- Suffix tree generalizzato = insieme di stringhe
- $ST(s_1\$_1 s_2\$_2)$
- Nodo x con foglie di s_1 e s_2
- Sottostringa di s_1 e s_2
- $ST(s_1\$s_2\$)$

Sottostringa comune più lunga di due stringhe

Due stringhe s_1 e s_2

- Suffix tree generalizzato = insieme di stringhe
- $ST(s_1\$_1 s_2\$_2)$
- Nodo x con foglie di s_1 e s_2
- Sottostringa di s_1 e s_2
- $ST(s_1\$s_2\$)$
- Max string-depth

Licenza d'uso