الجامعة المستنصرية

كلية التربية الاساسية

قسم علوم الحاسبات

computational theory

<u>أعداد</u>

أ.محسن رعد

Instructor: Mohsin Raad Kareem

Contact Information:

Office: computer science dept. lecturer room .
facebook: studet community””

REFERENCES:

1. Introduction to Computer Theory 2nd Edition

   Daniel I. A. Cohen John Wiley & Sons, Inc 1997

2. Maheshwari, Anil and Michiel Smid. "Introduction To Theory Of

   Computation". N.p., 2016. Web. 2 Nov. 2016.

==

Theory of computation is the theoretical study of capabilities and limitatios of Computers (Theoreticalmodels of computation).

<u>Set:</u> A set is simply a collection of object without repetition .

Example:

A={a,e,g,y,q,n}

- كل مجموعة تعرف عن طريق كتابة العناصر (element) تفصل بينهما الفارزة(commes) بين قوسين .

- يكتب اسم المجموعة بالحروف الكبيرة مثل (A,B,X) أما الحروف الصغيرة نستخدمها لتعبير عن عناصر المجموعة أحيانا.

- يمكن كتابة المجموعة عن طريق صفة مميزة لعناصر المجموعة وذلك في حالة كبر عدد العناصر أو تكون ما لأ نهاية.

Example:

$C=\{x|x, \text{ is integer}, x>0\}$

$C=\{1,2,3,4, \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\}$

-المجموعة التي تضم جميع عناصر المجموعات تسمى مجموعة شاملة (universe) ويرمز لها U

Example:

$A=\{1,2,3\}$, $B=\{5,6,7\}$
$U=\{1,2,3,5,6,7\}$

-أذا كانت المجموعة لا تحتوي على اي عنصر تسمى مجموعة خالية (Empty) ويرمز لها Ø.

Example:
$S=\{x|x \text{ is positive integer}, x^2=3\}$
$S=\{ \emptyset\}$

<u>Subset</u>:
A set A is a subset of a set B iff every element of A is also an element of B. Such a relation between sets is denoted by $A \subseteq B$. If $A \subseteq B$ and $A \neq B$ we call A a proper subset of B and write $A \subset B$.
Caution:
- sometimes $\subset$ is used the way we are using $\subseteq$.
- Both signs can be negated using the slash / through the sign.

Example:

Let $A=\{1,3,4,5,8,9\}$, $B=\{1,2,3,5,7\}$, $C=\{1,5\}$

$A \not\subset B$, $C \subset B$, $C \subset A$,

Basic operation on set

- **Union** الاتحاد

Let A and B be arbitrary sets.

The union of A and B, written $A \cup B$, is the set whose elements are just the elements of A or B or of both. In the predicate notation the definition is $A \cup B =\text{def} \{ x | x \in A \text{ or } x \in B\}$

Examples:

Let $K = \{a,b\}$, $L = \{c,d\}$ and $M = \{b,d\}$, then

$K \cup L = \{a,b,c,d\}$

$K \cup M = \{a,b,d\}$

$L \cup M = \{b,c,d\}$

$(K \cup L) \cup M = K \cup (L \cup M) = \{a,b,c,d\}$

$K \cup K = K$

$K \cup \emptyset = \emptyset \cup K = K = \{a,b\}$

- **Intersection** التقاطع

The intersection of A and B, written $A \cap B$, is the set whose elements are just the elements of both A and B. In the predicate notation the definition is $A \cap B =\text{def} \{ x | x \in A \text{ and } x \in B\}$

Examples

Let $K = \{a,b\}$, $L = \{c,d\}$ and $M = \{b,d\}$, then

$K \cap L = \emptyset$

$K \cap M = \{b\}$

$L \cap M = \{d\}$

$(K \cap L) \cap M = K \cap (L \cap M) = \emptyset$

$K \cap K = K$

$K \cap \emptyset = \emptyset \cap K = \emptyset$.

- **<u>Difference</u>** الاختلاف

sets is the difference “A minus B”, written A – B, or written A/B, which ‘subtracts’ from A all elements which are in B. [Also called relative complement: the complement of B relative to A.] The predicate notation defines this operation as follows:

$A - B =\text{def} \{ x \mid x \in A \text{ and } x \notin B\}$

Examples

A={1,2,3,4,5}, B={3,4,5,6,7}

A-B={1,2}

B-A={6,7}

- **complement** المكمل

This operation is to be distinguished from the complement of a set A, written A', which is the set consisting of everything not in A. In predicate notation: $A' = \{ x | x \notin A\}$

It is natural to ask, where do these objects come from which do not belong to A? In this case it is presupposed that there exists a universe of discourse and all other sets are subsets of this set. The universe of discourse is conventionally denoted by the symbol U. Then we have

$A' = \{ x | x \notin A, x \in U \}$

$A' = U - A$

Examples

Let $U=\{1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$, $A=\{1,3,5,7,9\}$

$A' =\{2,4,6,8\}$

Properties of sets

1. Idempotent Laws اللانمو

(a) $X \cup X = X$, (b) $X \cap X = X$

2. Commutative Laws التبادل

(a) $X \cup Y = Y \cup X$, (b) $X \cap Y = Y \cap X$

3. Associative Laws المرافق أو المدمج

(a) $(X \cup Y) \cup Z = X \cup (Y \cup Z)$, (b) $(X \cap Y) \cap Z = X \cap (Y \cap Z)$

4. Distributive Laws التوزيع

(a) $X \cup (Y \cap Z) = (X \cup Y) \cap (X \cup Z)$,

(b) $X \cap (Y \cup Z) = (X \cap Y) \cup (X \cap Z)$

5. Identity Laws المحايد

(a) $X \cup \emptyset = X$, (c) $X \cap \emptyset = \emptyset$, (b) $X \cup U = U$, (d) $X \cap U = X$

6. Complement Laws المكمل

(a) $X \cup X' = U$, (b) $X \cap X' = \emptyset$, (c) $(X')' = X$ (d), $X - Y = X \cap Y'$

7. DeMorgan's Laws

(a) $(X \cup Y)' = X' \cap Y'$, (b) $(X \cap Y)' = X' \cup Y'$

==

<u>Language:</u>

language is the set of all strings of terminal symbols derivable from alphabet.

اللغة بشكل عام هي وسيلة يتم من خلالها التعبير عن الاشياء وأداه التعامل بين المصدر والمستلم.

أو من الناحية القواعدية في مجموعة كلمات و رموز متكونة من حروف تسمى alphabet

<u>Types of language</u>

1-Natural language: (e.g.: English, Arabic):

It has alphabet:={a, b, c,….z}From these alphabetic we
make sentences that belong to the language.

وهي اللغات السامية واللغات الحية التي يتكلم ها البشر مثل العربية,الانكليزية , الفرنسية.....الخ
تكون غير محدودة infinit

2- Programming language: (e.g.: Cobol, Pascal):It has alphabetic: ={a,b,c,.z , A,B,C,..Z , ?, /, - ,\.} From these alphabetic we make sentences that belong to programming language.

وهي اللغات البرمجية المعروفة والمستخدمة في برمجة الحاسبات مثل لغة Cobol, basic
وهذه اللغات تكون محدودة finit .

- أن اللغة بشكل عام تتكون من حروف (letters) وكلمات (words) وجمل(Sentences) تسمى اللغة (entities), حيث أن باستخدام عدد من الأحرف المترابطة نكون الكلمات وعدد من الكلمات تكون الجمل (Sentence), ولا شك أن هذا التجمع من الكلمات يكون وفق قواعد (grammar) خاصة بهذه اللغة.

-ليس دائما تجمع اي حروف يؤدي الى كلمة صحيحة, وكذلك ليس كل تجمع للكلمات يؤدي الى جملة صحيحة.

Alphabet (الحروف الهجائية):

ان وحدة بناء أي لغة هي مجموعة من حروف هجائية (Set of alphabet) ويرمز لها $\sum$, مثل حروف الهجاء العربية والانكليزية.

∑={أ,ب,ت,........ي}

$\sum=\{a,b,c,\ldots\ldots.z\}$

-ليس كل تجمع للحروف يولد كلمة مقبولة في اللغة عندها نتطرق الى مفهوم القواعد grammar

Examples

Let $\sum=\{x\}$, be set of alphabet of one letter x.

L1={x,xx,xxx,xxxx,……}

We can write this in an alternate form:

$L1=\{x^n$, for n=1,2,3,….}

- If a=xx and b=xxx then

Ab=xxxxx by concatenation a&b

- $L2=\{x,xxx,xxxxx,.....\}=\{x^{odd}\}$

If a=xxx and b=xxxxx are accepted

But the catenation of a and b not in L2

Ab=xxxxxxxx

String: السلسلة

هي مجموعة من الحروف المترابطة مع بعضها مثل:

"Windows" , "computer" , "#1$" , "123"

Length of string

يعرف على انه عدد الحروف في الـ string

Examples

a="windows" then length(a)=7

b="xxx" then length(b)=3

c="428" then length(c)=3

Empty String

في اي لغة هنالك كلمة لا تحتوي اي حرف تسمى السلسلة الفارغة ويرمز لها λ او Λ او $\ni$ حسب مؤلف المصدر.

Example

L4={Λ, x,xx,xxx,xxxx,……}

L4={x^n, for n=0,1,2,3,….}

ملاحظة: الأس هنا يمثل التكرار الحرف وليس ألاس الجبري

في الجبر $X^0=1$ في الاحتسابية $X^0=\Lambda$

<u>**Kleene closur**</u>

Also called (kleene star OR closure) وهي علاقتي التكرار

$0 \Longrightarrow n$ *: تمثل التكرار من 0 إلى n من المرات

$1 \Longrightarrow n$ +: تمثل التكرار من 0 إلى n من المرات

Examples

$\sum^*$= {Λ, x,xx,xxx,xxxx,……}

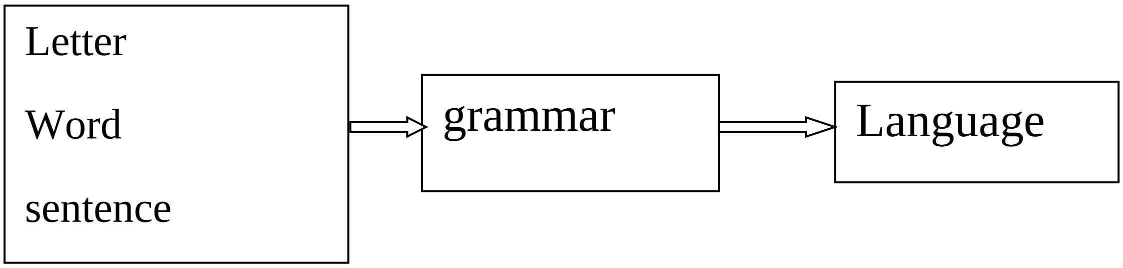
$\sum^+$= { x,xx,xxx,xxxx,……}

If $\sum$ = {0,1}, then

$\sum^*$= {Λ, 0,1,00,01,11,111,000,……}

$\sum^+$= { 0,1,00,11,010,000,……}

Language grammar



Example

The dog eats the house

هذه الجملة وفق القواعد صحيحة لكن من ناحية المعنى ليس لها معنى

من هنا نستنتج أن ملاحظة الجملة يجب أن تكون من جزئيين مترابطين هما:

- Syntax للقواعد
- semantic للمعنى

Terminal Symbol (T):

وهي الرموز النهائية التي لا تحتاج الى تحليل وتسمى (Final sentence) وتستخدم الحروف الصغيرة مثل:

The, dog, eat, house

Non-Terminal Symbol(N):

وهي عكس الموز السابقة حيث انها تتحلل الى رموز اخرى وتستخدم في مجال تحليل القواعد او في مجال التعبير عن القواعد وعادة تستخدم الحروف الكبيرة .

Types Of Grammar

1- A finit set of Non-Terminal Symbol(N)
2- A finit set of Terminal(T) , $N \cap T = \emptyset$
3- A set of production rules (P) of the form:

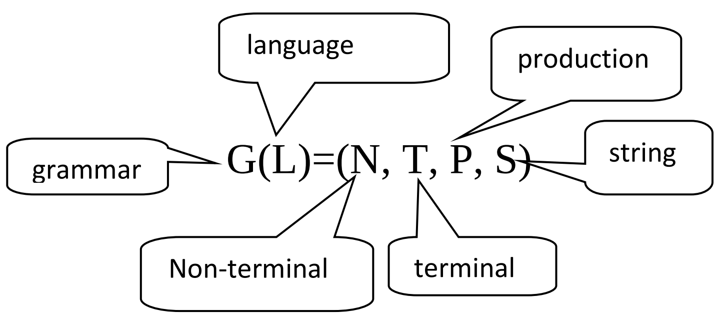
$$U \Longrightarrow V$$

$U \in (N \cup T)^{+}$ يجب أن لا يكون NULL

$V \in (N \cup T)^{*}$ ممكن ان يكون NULL

4- A string symbol (S):

وهو رمز البداية الذي يبدأ عندة الاشتقاق و دائما يكون (N) مثل:



Example

Let G(L)=({S,A,B},{a,b},P,S)

Where P denoted as:

$S \longrightarrow aA/bB/a/b$

$A \longrightarrow aA/a$

$B \longrightarrow bB/b$

Is the string “aa” and “bb” in G(L)?

$S \longrightarrow aA$ by using $S \longrightarrow Aa$

$S \longrightarrow aa$ by using $A \longrightarrow a$

accepted

نلاحظ ان الاشتقاق بدأ من رمز البداية S وانتهى بالكلمة المطلوبة aa

$S \longrightarrow bB$ by using $S \longrightarrow bB$

$S \longrightarrow bb$ by using $B \longrightarrow b$

accepted

Example

Let G(L)=({S,B,C}, {a,b,c},P,S)

Where P is denoted as:

$S \longrightarrow aSBC/aBC$

$CB \longrightarrow BC$

$aB \longrightarrow ab$

$bB \longrightarrow bb$

$bC \longrightarrow bc$

$cC \longrightarrow cc$

is the string $a^2b^2c^2$ accepted?

$S \longrightarrow a\underline{S}BC$ by using $S \longrightarrow aSBC$

$\longrightarrow a\underline{aB}CBC$ by using $S \longrightarrow aBC$

$\longrightarrow aab\underline{CB}C$ by using $aB \longrightarrow ab$

$\longrightarrow aa\underline{bB}CC$ by using $CB \longrightarrow BC$

$\longrightarrow$ aabbCC by using $Bb \longrightarrow bb$

$\longrightarrow$ aabb<u>cC</u> by using $bC \longrightarrow bc$

$\longrightarrow$ aabbcc by using $cC \longrightarrow cc$

accepted