**HASHTABLE EXERCISE**

**(ĐỀ BÀI & BÀI GIẢI MẪU)**

[Bài 1: Câu hỏi chung 1](#_Toc484893248)

[Bài 2: Direct Chaining/ Coalesced Chaining 2](#_Toc484893249)

[Bài 3: Direct Chaining/ Coalesced Chaining 3](#_Toc484893250)

[Bài 4: Linear Probing/ Quadratic Probing/ Double Hashing 5](#_Toc484893251)

[Bài 5: Direct Chaining/ Linear Probing/ Double Hashing 7](#_Toc484893252)

[Bài 6: Linear Probing/ Quadratic Probing / Double Hashing 10](#_Toc484893253)

# **Bài 1: Câu hỏi chung**

1. Nêu quy trình (các bước) thực hiện lưu trữ dữ liệu bằng bảng băm?
2. Liệt kê các phương pháp giải quyết đụng độ trong cấu trúc bảng băm.
3. Trình bày ưu điểm của bảng băm so với các cấu trúc (BST, Mảng 1 chiều, DSLL) khác.
4. Tiêu chí của hàm băm tốt?
5. So sánh phương pháp xử lý đụng độ bằng phương pháp băm lại bậc 1 và phương pháp kết nối trực tiếp.

**Bài giải:**

1. Quy trình thực hiện lưu trữ bằng bảng băm được thực hiện qua 2 bước:

* Bước 1: Xác định hàm băm để biến đổi khóa cần tìm thành địa chỉ trong bảng băm.
* Bước 2: Giải quyết đụng độ (collision) cho trường hợp những khóa khác cho ra cùng một địa chỉ trong bảng băm

1. SV chỉ cần trình bày được tên các phương pháp đề cập trong chương trình học là được. Nếu sinh viên trình bày ngoài thì vẫn tính điểm.

* Một số phương pháp giải quyết xung đột như: phương pháp nối kết và phương pháp băm lại.
  + Các loại bảng băm giải quyết sự xung đột bằng phương pháp nối kết như: bảng băm với phương pháp nối kết trực tiếp, bảng băm với phương pháp nối kết hợp nhất.
  + Các loại bảng băm giải quyết sự xung đột bằng phương pháp băm lại như: bảng băm với phương pháp dò tuyến tính, bảng băm với phương pháp dò bậc hai, bảng băm với phương pháp băm kép.

# **Bài 2: Direct Chaining/ Coalesced Chaining**

Chèn các từ sau vào bảng băm sử dụng phương pháp xử lý đụng độ Direct Chaining/ Coalesced Chaining.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Keys | FRANCIS | DON | LEO | JEFF | DAN | GARY | WEN |
| Hash Addresses | 1 | 3 | 1 | 4 | 3 | 10 | 1 |

**Bài giải:**

1. **Direct Chaining Method:**

|  |  |
| --- | --- |
| 0 |  |
| 1 | FRANCIS -> LEO -> WEN |
| 2 |  |
| 3 | DON -> DAN |
| 4 | JEFF |
| 5 |  |
| 6 |  |
| 7 |  |
| 8 |  |
| 9 |  |
| 10 | GARY |

* Thêm FRANCIS vào DSLK số 1
* Thêm DON vào DSLK số 3
* Thêm LEO => Đụng độ => Thêm cuối vào DSLK số 1
* Thêm JEFF vào DSLK số 4
* Thêm DAN => Đụng độ => Thêm cuối vào DSLK số 3
* Thêm GARY vào DSLK số 10
* Thêm WEN => Đụng độ => Thêm cuối vào DSLK số 1

1. **Coalesced Chaining Method:**

* Thêm FRANCIS vào vị trí số 1: (1, FRANCIS, -1)
* Thêm DON vào vị trí số 3: (3, DON, -1)
* Thêm LEO vào vị trí số 1:
* Đụng độ với (1, FRANCIS, -1)
* Thêm LEO vào vị trí số 10: (1, FRANCIS, 10) -> (10, LEO, -1)
* Thêm JEFF vào vị trí số 4: (4, JEFF, -1)
* Thêm DAN vào vị trí số 3:
* Đụng độ với (3, DON, -1)
* Thêm DAN vào vị trí số 9: (3, DON, 9) -> (9, DAN, -1)
* Thêm GARY vào vị trí số 10.
* Đụng độ với (10, LEO, -1)
* Thêm GARY vào vị trí số 8: (10, LEO, 8) -> (8, GARY, -1)
* Thêm WEN vào vị trí số 1.
* Đụng độ với (1, FRANCIS, 10). Xét các chuỗi đụng độ của FRANCIS: (1, FRANCIS, 10) -> (10, LEO, 8) -> (8, GARY, -1)
* Thêm WEN vào vị trí số 7: (1, FRANCIS, 10) -> (10, LEO, 8) -> (8, GARY, 7)-> (7, WEN, -1)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 0 |  |  |
| 1 | FRANCIS | 10 |
| 2 |  |  |
| 3 | DON | 9 |
| 4 | JEFF |  |
| 5 |  |  |
| 6 |  |  |
| 7 | WEN |  |
| 8 | GARY | 7 |
| 9 | DAN |  |
| 10 | LEO | 8 |

# **Bài 3: Direct Chaining/ Coalesced Chaining**

Insert words behind into a 26-bucket Hash table based on a Hash function H(k) = the 3rd letter of k. Collision Resolution Method: Direct Chaining/ Coalesced Chaining.

BE**A**R

CA**T**

CO**W**

DO**G**

EL**E**PHANT

FO**X**

FR**O**G

GA**Z**ELLE

HA**M**STER

HO**R**SE

JA**G**UAR

KO**A**LA

LI**O**N

RA**B**BIT

RA**T**

SN**A**KE

TI**G**ER

TO**A**D

DE**E**R

KA**N**GAROO

MO**N**KEY

GO**A**T

**Bài giải:**

1. **Coalesced Chaining Method:**

* Thêm BE**A**R, CA**T**, CO**W**, DO**G,** RA**B**BIT, EL**E**PHANT, FO**X,** FR**O**G, GA**Z**ELLE, HA**M**STER, HO**R**SE: Lần lượt thêm vào địa chỉ A, T, W, G, O, B, E, X, O, Z, M, R
* Thêm JA**G**UAR: Đụng độ với DO**G**
* Thêm vào vị trí Y. Chuỗi đụng độ: (DO**G**, Y) -> (JA**G**UAR)
* Thêm KO**A**LA: Đụng độ với BE**A**R

Thêm vào vị trí V. Chuỗi đụng độ: (BE**A**R, V) -> (KO**A**LA)

* Thêm LI**O**N: Đụng độ với FR**O**G

Thêm vào vị trí U. Chuỗi đụng độ: (FR**O**G, U) -> (LI**O**N)

* Thêm RA**B**BIT vào vị trí B
* Thêm RA**T :** Đụng độ với CA**T**

Thêm vào vị trí S. Chuỗi đụng độ: (CA**T**, S) -> (RA**T**)

* Thêm SN**A**KE: Đụng độ với (BE**A**R, V) -> (KO**A**LA)
* Thêm vào vị trí Q. Chuỗi đụng độ: (BE**A**R, V) -> (KO**A**LA, Q) -> (SN**A**KE)
* Thêm TI**G**ER: Đụng độ với (DO**G**, Y) -> (JA**G**UAR)
* Thêm vào vị trí P. Chuỗi đụng độ: (DO**G**, Y) -> (JA**G**UAR, P) -> (TI**G**ER)
* Thêm TO**A**D: Đụng độ với (BE**A**R, V) -> (KO**A**LA, Q) -> (SN**A**KE)
* Thêm vào vị trí N. Chuỗi đụng độ: (BE**A**R, V) -> (KO**A**LA, Q) -> (SN**A**KE, N) -> (TO**A**D)
* Thêm DE**E**R: Đụng độ với ELEPHANT
* Thêm vào vị trí L. Chuỗi đụng độ: (EL**E**PHANT, L) -> (DE**E**R)
* Thêm KA**N**GAROO: Đụng độ với TO**A**D
* Thêm vào vị trí K. Chuỗi đụng độ: (TO**A**D, K) -> (KA**N**GAROO)
* Thêm MO**N**KEY: Đụng độ với (TO**A**D, K) -> (KA**N**GAROO)
* Thêm vào vị trí J. Chuỗi đụng độ: (TO**A**D, K) -> (KA**N**GAROO, J) -> (MO**N**KEY)
* Thêm GO**A**T: Đụng độ với (BE**A**R, V) -> (KO**A**LA, Q) -> (SN**A**KE, N) -> (TO**A**D, K) -> (KA**N**GAROO, J) -> (MO**N**KEY)
* Thêm vào vị trí I. Chuỗi đụng độ: (BE**A**R, V) -> (KO**A**LA, Q) -> (SN**A**KE, N) -> (TO**A**D, K) -> (KA**N**GAROO, J) -> (MO**N**KEY, I) -> (GO**A**T)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| A | BE**A**R | V |
| B | RA**B**BIT |  |
| C |  |  |
| D |  |  |
| E | EL**E**PHANT | L |
| F |  |  |
| G | DO**G** | Y |
| H |  |  |
| I | GO**A**T |  |
| J | MO**N**KEY | I |
| K | KA**N**GAROO | J |
| L | DE**E**R |  |
| M | HA**M**STER |  |
| N | TO**A**D | K |
| O | FR**O**G | U |
| P | TI**G**ER |  |
| Q | SN**A**KE | N |
| R | HO**R**SE |  |
| S | RA**T** |  |
| T | CA**T** | S |
| U | LI**O**N |  |
| V | KO**A**LA | Q |
| W | CO**W** |  |
| X | FO**X** |  |
| Y | JA**G**UAR | P |
| Z | GA**Z**ELLE |  |

1. **Direct Chaining Method:**

(*Trình bày rõ lý do thêm từng key vào từng vị trí*)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A |  |  | BE**A**R |  | KO**A**LA |  | SN**A**KE |  | TO**A**D |  | GO**A**T |
| B |  |  | RA**B**BIT |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| D |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| E |  |  | EL**E**PHANT |  | DE**E**R |  |  |  |  |  |  |
| F |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| G |  |  | DO**G** |  | JA**G**UAR |  | TI**G**ER |  |  |  |  |
| H |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| I |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| J |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| L |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| M |  |  | HA**M**STER |  |  |  |  |  |  |  |  |
| N |  |  | KA**N**GAROO |  | MO**N**KEY |  |  |  |  |  |  |
| O |  |  | FR**O**G |  | LI**O**N |  |  |  |  |  |  |
| P |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Q |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| R |  |  | HO**R**SE |  |  |  |  |  |  |  |  |
| S |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| T |  |  | CA**T** |  | RA**T** |  |  |  |  |  |  |
| U |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| W |  |  | CO**W** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| X |  |  | FO**X** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Y |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Z |  |  | GA**Z**ELLE |  |  |  |  |  |  |  |  |

# **Bài 4: Linear Probing/ Quadratic Probing/ Double Hashing**

Lần lượt thêm các giá trị {76, 93, 40, 47, 10, 55} vào bảng băm với hàm băm h(key)=key%7. Nếu trong quá trình thêm có xảy ra đụng độ thì dùng phương pháp Dò tuyến tính (Linear Probing)/ Dò bậc 2 (Quadratic Probing)/ Băm kép (Double Hashing với h2(key)=5-(key%5) ) để xử lý.

**Bài giải:**

1. **Dò tuyến tính (Linear Probing)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Empty HashTable | Thêm 76 | Thêm 93 | Thêm 40 | Thêm 47 | Thêm 10 | Thêm 55 |
| 0 |  |  |  |  | 47 | 47 | 47 |
| 1 |  |  |  |  |  |  | 55 |
| 2 |  |  | 93 | 93 | 93 | 93 | 93 |
| 3 |  |  |  |  |  | 10 | 10 |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 6 |  | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 |

* Thêm 76: h(76) = 76 % 7 = 6
* Thêm 93: h(93) = 93 % 7 = 2
* Thêm 40: h(40) = 40 % 7 = 5
* Thêm 47: h(47) = 47 % 7 = 5 => Đụng độ

=> Băm lại lần 1: h(47, 1)= (5+1) % 7 = 6 => Đụng độ

=> Băm lại lần 2: h(47, 2)= (5+2) % 7 = 0

* Thêm 10: h(10) = 10 % 7 = 3
* Thêm 55: h(55) = 55 % 7 = 6 => Đụng độ

=> Băm lại lần 1: h(55, 1)= (6+1) % 7 = 0 => Đụng độ

=> Băm lại lần 2: h(55, 2)= (6+2) % 7 = 1

1. **Dò bậc 2 (Quadratic Probing)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Empty HashTable | Thêm 76 | Thêm 93 | Thêm 40 | Thêm 47 | Thêm 10 | Thêm 55 |
| 0 |  |  |  |  | 47 | 47 | 47 |
| 1 |  |  |  |  |  |  | 55 |
| 2 |  |  | 93 | 93 | 93 | 93 | 93 |
| 3 |  |  |  |  |  | 10 | 10 |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 6 |  | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 |

* Thêm 76: h(76) = 76 % 7 = 6
* Thêm 93: h(93) = 93 % 7 = 2
* Thêm 40: h(40) = 40 % 7 = 5
* Thêm 47: h(47) = 47 % 7 = 5 => Đụng độ

=> Băm lại lần 1: h(47, 1)= (5+1) % 7 = 6 => Đụng độ

=> Băm lại lần 2: h(47, 2)= (5+22) % 7 = 2 => Đụng độ

=> Băm lại lần 3: h(47, 3)= (5+32) % 7 = 0

* Thêm 10: h(10) = 10 % 7 = 3
* Thêm 55: h(55) = 55 % 7 = 6 => Đụng độ

=> Băm lại lần 1: h(55, 1)= (6+1) % 7 = 0 => Đụng độ

=> Băm lại lần 2: h(55, 2)= (6+22) % 7 = 3 => Đụng độ

=> Băm lại lần 2: h(55, 2)= (6+32) % 7 = 1

1. **Băm kép (Double Hashing)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Empty HashTable | Thêm 76 | Thêm 93 | Thêm 40 | Thêm 47 | Thêm 10 | Thêm 55 |
| 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  | 47 | 47 | 47 |
| 2 |  |  | 93 | 93 | 93 | 93 | 93 |
| 3 |  |  |  |  |  | 10 | 10 |
| 4 |  |  |  |  |  |  | 55 |
| 5 |  |  |  | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 6 |  | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 |

h1(key)=key%7

h2(key)=5-(key%5)

H(key, i) = (h1(key) + i\* h2(key) ) % TableSize (TableSize=7)

* Thêm 76: h(76) = 76 % 7 = 6
* Thêm 93: h(93) = 93 % 7 = 2
* Thêm 40: h(40) = 40 % 7 = 5
* Thêm 47: h(47) = 47 % 7 = 5 => Đụng độ

h2(47)=5-(47%5)=3

=> Băm lại lần 1: h(47, 1)= (5+1\*3) % 7 = 1

* Thêm 10: h(10) = 10 % 7 = 3
* Thêm 55: h(55) = 55 % 7 = 6 => Đụng độ

h2(55)=5-(55%5)=5

=> Băm lại lần 1: h(55, 1)= (6+1\*5) % 7 = 4

# **Bài 5: Direct Chaining/ Linear Probing/ Double Hashing**

Cho bảng băm với M=11 (Table Size=11) và 2 hàm băm sau:

h1(key) = key % M

h2(key) = (key % (M-1)) + 1= (key%10)+1

Chèn các khóa {22, 1, 13, 11, 24, 33, 18, 42, 31} theo thứ tự từ trái sang phải vào bảng băm sử dụng các phương pháp băm sau:

1. Direct Chaining with h(k) = h1(k)
2. Linear Probing với h(k, i) = ( h1(k) + i ) % M
3. Double-Hashing với h1 là hàm băm chính and h2 là hàm băm phụ:

h(k, i) = ( h1(k) + i\*h2(k) ) % M

**Bài giải:** (*Cần trình bày chi tiết việc thêm từng khóa vào từng vị trí*)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Direct**  **Chaining** | **Linear**  **Probing** | **Double**  **Hashing** |
| 0 | 33 → 11→ 22 | 22 | 22 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 24 → 13 | 13 | 13 |
| 3 |  | 11 |  |
| 4 |  | 24 | 11 |
| 5 |  | 33 | 18 |
| 6 |  |  | 31 |
| 7 | 18 | 18 | 24 |
| 8 |  |  | 33 |
| 9 | 31→ 42 | 42 | 42 |
| 10 |  | 31 |  |

1. **Direct Chaining**

* Thêm 22: h(22) = 22 % 11 =0
* Thêm 1: h(1) = 1 % 11 = 1
* Thêm 13: h(13) = 13 % 11 = 2
* Thêm 11: h(11) = 11 % 11 = 0 => Đụng độ => Thêm đầu vào dslk ở vị trí 0
* Thêm 24: h(24) = 24 % 11 = 2=> Đụng độ => Thêm đầu vào dslk ở vị trí 2
* Thêm 33: h(33) = 33 % 11 = 0=> Đụng độ => Thêm đầu vào dslk ở vị trí 0
* Thêm 18: h(18) = 18 % 11 = 7
* Thêm 42: h(42) = 42 % 11 = 9
* Thêm 31: h(31) = 31 % 11 = 9 => Đụng độ => Thêm đầu vào dslk ở vị trí 9

1. **Linear Probing**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Linear Probing** | | | | | | | | | |
|  | **Thêm 22** | **Thêm 1** | **Thêm 13** | **Thêm 11** | **Thêm 24** | **Thêm 33** | **Thêm 18** | **Thêm 42** | **Thêm 31** |
| 0 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| 1 |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 |  |  | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 3 |  |  |  | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 4 |  |  |  |  | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| 5 |  |  |  |  |  | 33 | 33 | 33 | 33 |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  | 18 | 18 | 18 |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  | 42 | 42 |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  | 31 |

* Thêm 22: h(22) = 22 % 11 =0
* Thêm 1: h(1) = 1 % 11 = 1
* Thêm 13: h(13) = 13 % 11 = 2
* Thêm 11: h(11) = 11 % 11 = 0 => Đụng độ

Băm lại lần 1: h(11, 1) = ( 0 + 1 ) mod 11 = 1

Băm lại lần 2: h(11, 2) = ( 0 + 2 ) mod 11 = 2

Băm lại lần 3: h(11, 3) = ( 0 + 3 ) mod 11 = 3

* Thêm 24: h(24) = 24 % 11 = 2=> Đụng độ

Băm lại lần 1: h(24, 1) = ( 2 + 1 ) mod 11 = 3

Băm lại lần 2: h(24, 2) = ( 2 + 2 ) mod 11 = 4

* Thêm 33: h(33) = 33 % 11 = 0=> Đụng độ

Băm lại lần 1: h(33, 1) = ( 0 + 1 ) mod 11 = 1

Băm lại lần 2: h(33, 2) = ( 0 + 2 ) mod 11 = 2

Băm lại lần 3: h(33, 3) = ( 0 + 3 ) mod 11 = 3

Băm lại lần 4: h(11, 1) = ( 0 + 1 ) mod 11 = 4

Băm lại lần 5: h(11, 2) = ( 0 + 2 ) mod 11 = 5

* Thêm 18: h(18) = 18 % 11 = 7
* Thêm 42: h(42) = 42 % 11 = 9
* Thêm 31: h(31) = 31 % 11 = 9 => Đụng độ

Băm lại lần 1: h(31, 1) = ( 9 + 1 ) mod 11 = 10

1. **Double Hashing**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Double Hashing** | | | | | | | | | |
|  | **Thêm 22** | **Thêm 1** | **Thêm 13** | **Thêm 11** | **Thêm 24** | **Thêm 33** | **Thêm 18** | **Thêm 42** | **Thêm 31** |
| 0 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| 1 |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 |  |  | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 5 |  |  |  |  |  |  | 18 | 18 | 18 |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  | 31 |
| 7 |  |  |  |  | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| 8 |  |  |  |  |  | 33 | 33 | 33 | 33 |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  | 42 | 42 |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

* Thêm 22: h(22) = 22 % 11 =0
* Thêm 1: h(1) = 1 % 11 = 1
* Thêm 13: h(13) = 13 % 11 = 2
* Thêm 11: h(11) = 11 % 11 = 0 => Đụng độ. Tính h2(11) = (11 % 10) + 1= 2

Băm lại lần 1: h(11, 1) = ( 0 + 1\*2) mod 11 = 2

Băm lại lần 2: h(11, 2) = ( 0 + 2\*2) mod 11 = 4

* Thêm 24: h(24) = 24 % 11 = 2=> Đụng độ. Tính h2(24) = (24 % 10) + 1= 5

Băm lại lần 1: h(24, 1) = ( 2 + 1\*5) mod 11 = 7

* Thêm 33: h(33) = 33 % 11 = 0=> Đụng độ. Tính h2(33) = (33 % 10) + 1= 4

Băm lại lần 1: h(33, 1) = ( 0 + 1\*4) mod 11 = 1

Băm lại lần 2: h(33, 2) = ( 0 + 2\*4) mod 11 = 8

* Thêm 18: h(18) = 18 % 11 = 7 => Đụng độ. Tính h2(18) = (18 % 10) + 1= 9

Băm lại lần 1: h(24, 1) = ( 7 + 1\*9) mod 11 = 5

* Thêm 42: h(42) = 42 % 11 = 9
* Thêm 31: h(31) = 31 % 11 = 9 => Đụng độ. Tính h2(31) = (31 % 10) + 1= 2

Băm lại lần 1: h(31, 1) = ( 9 + 1\*2) mod 11 = 0

Băm lại lần 2: h(31, 2) = ( 9 + 2\*2) mod 11 = 2

Băm lại lần 3: h(31, 3) = ( 9 + 3\*2) mod 11 = 4

Băm lại lần 4: h(31, 4) = ( 9 + 4\*2) mod 11 = 6

# **Bài 6: Linear Probing/ Quadratic Probing / Double Hashing**

Cho bảng băm với M=11 (Table Size=11) và 2 hàm băm sau:

h1(key) = key mod 7

h2(key) = 7 - (key %7)

Chèn các khóa {22, 1, 13, 11, 24, 33, 18, 42, 31} theo thứ tự từ trái sang phải vào bảng băm sử dụng các phương pháp băm sau:

1. Linear Probing với h(k,i) = ( h1(k) + i ) mod M
2. Quadratic Probing với h(k,i) = ( h1(k) + i2 ) mod M
3. Double-Hashing với h1 là hàm băm chính and h2 là hàm băm phụ:

h(k,i) = ( h1(k) + i\*h2(k) ) mod M

**Bài giải:**

1. **Linear Probing**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Linear Probing** | | | | | | | | | |
|  | **Thêm 22** | **Thêm 1** | **Thêm 13** | **Thêm 11** | **Thêm 24** | **Thêm 33** | **Thêm 18** | **Thêm 42** | **Thêm 31** |
| 0 |  |  |  |  |  |  |  | 42 | 42 |
| 1 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| 2 |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 |  |  |  |  | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| 4 |  |  |  | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 5 |  |  |  |  |  | 33 | 33 | 33 | 33 |
| 6 |  |  | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 7 |  |  |  |  |  |  | 18 | 18 | 18 |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  | 31 |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

* Thêm 22: h(22) = 22 % 7 =1
* Thêm 1: h(1) = 1 % 7 = 1 => Đụng độ

Băm lại lần 1: h(1, 1) = ( 1 + 1 ) mod 11 = 2

* Thêm 13: h(13) = 13 % 7 = 6
* Thêm 11: h(11) = 11 % 7 = 4
* Thêm 24: h(24) = 24 % 7 = 3
* Thêm 33: h(33) = 33 % 7 = 5
* Thêm 18: h(18) = 18 % 7 = 4 => Đụng độ

Băm lại lần 1: h(18, 1) = ( 4 + 1 ) mod 11 = 5

Băm lại lần 2: h(18, 2) = ( 4 + 2 ) mod 11 = 6

Băm lại lần 3: h(18, 3) = ( 4 + 3 ) mod 11 = 7

* Thêm 42: h(42) = 42 % 7 = 0
* Thêm 31: h(31) = 31 % 7 = 3=> Đụng độ

Băm lại lần 1: h(31, 1) = ( 3 + 1 ) mod 11 = 4

Băm lại lần 2: h(31, 2) = ( 3 + 2 ) mod 11 = 5

Băm lại lần 3: h(31, 3) = ( 3 + 3 ) mod 11 = 6

Băm lại lần 4: h(31, 4) = ( 3 + 4 ) mod 11 = 7

Băm lại lần 5: h(31, 5) = ( 3 + 5 ) mod 11 = 8

1. **Quadratic Probing**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Quadratic Probing** | | | | | | | | | |
|  | **Thêm 22** | **Thêm 1** | **Thêm 13** | **Thêm 11** | **Thêm 24** | **Thêm 33** | **Thêm 18** | **Thêm 42** | **Thêm 31** |
| 0 |  |  |  |  |  |  |  | 42 | 42 |
| 1 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| 2 |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 |  |  |  |  | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| 4 |  |  |  | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 5 |  |  |  |  |  | 33 | 33 | 33 | 33 |
| 6 |  |  | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 7 |  |  |  |  |  |  |  |  | 31 |
| 8 |  |  |  |  |  |  | 18 | 18 | 18 |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

* Thêm 22: h(22) = 22 % 7 =1
* Thêm 1: h(1) = 1 % 7 = 1 => Đụng độ

Băm lại lần 1: h(1, 1) = ( 1 + 12 ) mod 11 = 2

* Thêm 13: h(13) = 13 % 7 = 6
* Thêm 11: h(11) = 11 % 7 = 4
* Thêm 24: h(24) = 24 % 7 = 3
* Thêm 33: h(33) = 33 % 7 = 5
* Thêm 18: h(18) = 18 % 7 = 4 => Đụng độ

Băm lại lần 1: h(18, 1) = ( 4 + 1 ) mod 11 = 5

Băm lại lần 2: h(18, 2) = ( 4 + 22 ) mod 11 = 8

* Thêm 42: h(42) = 42 % 7 = 0
* Thêm 31: h(31) = 31 % 7 = 3=> Đụng độ

Băm lại lần 1: h(31, 1) = ( 3 + 12 ) mod 11 = 4

Băm lại lần 2: h(31, 2) = ( 3 + 22) mod 11 = 7

1. **Double Hashing**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Double Hashing** | | | | | | | | | |
|  | **Thêm 22** | **Thêm 1** | **Thêm 13** | **Thêm 11** | **Thêm 24** | **Thêm 33** | **Thêm 18** | **Thêm 42** | **Thêm 31** |
| 0 |  |  |  |  |  |  |  | 42 | 42 |
| 1 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| 4 |  |  |  | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| 5 |  |  |  |  |  | 33 | 33 | 33 | 33 |
| 6 |  |  | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| 7 |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  | 31 |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  | 18 | 18 | 18 |

* Thêm 22: h(22) = 22 % 7 =1
* Thêm 1: h(1) = 1 % 7 = 1 => Đụng độ. Tính h­­2(1) = 7 - (1%7) = 6

Băm lại lần 1: h(1, 1) = ( 1 + 1\* 6) mod 11 = 7

* Thêm 13: h(13) = 13 % 7 = 6
* Thêm 11: h(11) = 11 % 7 = 4
* Thêm 24: h(24) = 24 % 7 = 3
* Thêm 33: h(33) = 33 % 7 = 5
* Thêm 18: h(18) = 18 % 7 = 4 => Đụng độ. Tính h­­2(18) = 7 - (18%7) = 3

Băm lại lần 1: h(18, 1) = ( 4 + 1\*3 ) mod 11 = 7

Băm lại lần 2: h(18, 2) = ( 4 + 2\*3 ) mod 11 = 10

* Thêm 42: h(42) = 42 % 7 = 0
* Thêm 31: h(31) = 31 % 7 = 3=> Đụng độ. Tính h­­2(31) = 7 - (31%7) = 4

Băm lại lần 1: h(31, 1) = ( 3 + 1\*4 ) mod 11 = 7

Băm lại lần 2: h(31, 2) = ( 3 + 2\*4) mod 11 = 0

Băm lại lần 3: h(31, 3) = ( 3 + 3\*4) mod 11 = 4

Băm lại lần 4: h(31, 4) = ( 3 + 4\*4) mod 11 = 8

---Hết---