บทที่ 3

การวิเคราะห์สมรรถนะของดัชนีวายทรีบนแฟลชไดรฟ์

เมื่อแหล่งเก็บข้อมูลหลักเปลี่ยนจากดิสก์แบบจานแม่เหล็ก (Magnetic Disk) ไปสู่แฟลชไดร์ฟ (Flash Drive) พร้อมกับการนำไปใช้งานในคลังข้อมูลขนาดใหญ่ (Data Warehouse) ประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นอาจจะมากขึ้นหรือลดลง การประเมินสมรรถนะพร้อมกับการปรับปรุงสมรรถนะ ก่อนการใช้งานย่อมมีประโยชน์กับบุคลากรที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนแรกของบทนี้จะนำเสนอแนวทางการวิเคราะห์สมรรถนะของดัชนีวายทรี (Y Tree) บนแฟลชไดร์ฟ ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์สมรรถนะดัชนีวายทีของฟังก์ชันการแทรก (Insertion) และฟังก์ชันการสอบถาม (Query) โดยคำนึงถึงเวลาการเข้าถึงข้อมูลของแฟลชไดร์ฟในแต่ละฟังก์ชันด้วย ทำให้ได้สมการประเมินสมรรถนะของฟังก์ชันการแทรก และฟังก์ชันการสอบถาม พร้อมกันนี้ได้ยกตัวอย่างการคำนวณสมรรถนะในตอนท้ายด้วย

3.1 แนวทางการวิเคราะห์สมรรถนะ

การวิเคราะห์สมรรถนะของดัชนีวายทรีใช้แนวทางจากเอกสาร [1] โดยเริ่มต้นจากการวิเคราะห์การแทรกแบบกลุ่มของดัชนีแบบ Value-list ตัวอย่างเช่น B^+ Tree หรือ ISAM [8] และคำนึงถึงคุณสมบัติเฉพาะตัวของแฟลชไดร์ฟ เริ่มต้นด้วยการประมาณจำนวนโหนดใบ (Leaf Node) ในดัชนีวายทรี ต่อมาเป็นการคำนวณเวลาการอ่านการเขียนโหนด ในกรณีที่เป็นดัชนีโหนดใหม่โดยไม่ซ้ำกับค่าดัชนีเดิม และสุดท้ายเป็นการคำนวณความลึกของดัชนีวายทรี ซึ่งจะพิจารณาถึงจำนวนพาท (Path) ของการแทรกดัชนีวายทรี การวิเคราะห์สมรรถนะนี้ครอบคลุม 2 ฟังก์ชันหลัก คือ 1) ฟังก์ชันการแทรก 2) ฟังก์ชันการสอบถามโดยประกอบไปด้วยการสอบถามแบบเดี่ยว (Point Query) และการสอบถามแบบช่วง (Range Query)

3.2 การวิเคราะห์สมรรถนะฟังก์ชันการแทรก

แนวทางการวิเคราะห์ฟังก์ชันการแทรก เริ่มต้นด้วยการประมาณจำนวนเอ็นทรี (Entry) ในโหนดใบ ในขั้นตอนต่อมาเป็นการประเมินความน่าจะเป็นของการเกิดโหนด (Node) ใหม่จากการแทรกข้อมูลของแต่ละเซ็ต (Set) แล้วนำเวลาของการอ่าน การเขียน และการลบข้อมูลของแฟลชไดร์ฟมาคำนวณด้วย เพื่อคิดคอสต์ (Cost) ของการแทรกข้อมูลแต่ละครั้งว่าต้องใช้เวลาเท่าไหร่ และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนสุดท้ายเป็นการคำนวณความสูงของดัชนีวายทรีเพื่อใช้เป็นองค์ประกอบอีกส่วนหนึ่งของสมการการประเมินสมรรถนะของฟังก์ชันการแทรก

สมมติให้จำนวนโหนดใบของดัชนีวายทรี และจำนวนคีย์ที่แตกต่างกัน (Distinct Key) แทรกเข้าไปในดัชนีวายทรีมีขนาดใหญ่พอที่เอ็นทรี ในรูปใหม่จะสามารถแทรกโหนดใบที่แตกต่างกัน ลงไปได้ ถ้า n คือจำนวนเอ็นทรีทั้งหมดในดัชนีวายที จำนวนโหนดของโหนดใบจะมีค่าโดยประมาณดังสมการที่ 3.1

$$l = \frac{n}{N_Y * fr} \tag{3.1}$$

เมื่อ N_Y คือ จำนวนเอ็นทรีที่สามารถบรรจุในโหนดใบได้

fr คือ ฟิลล์เรท (Fill Rate) ของดัชนีวายทรี

n คือ จำนวนเอ็นทรีทั้งหมดของดัชนีวายทรี

l คือ จำนวนของโหนดใบ

จากสมการที่ 3.1 จะเห็นว่าถ้าอัตราส่วนของจำนวนเอ็นทรีในโหนดใบ กับจำนวนเอ็นทรีมากที่สุดของแต่ละโหนดใบมีค่ามากกว่า fr โหนดใบนี้จะต้องทำการแยกโหนด (Split Node) โดยใช้วิธีการแยกโหนดแบบเดิมของโครงสร้างดัชนีแบบ Value-list และค่าของ fr สามารถปรับแต่งได้ตามความเหมาะสมของการใช้งาน และในเอกสาร [1] ผู้เขียนได้แนะนำว่า fr ควรมีค่าเป็น 0.68

สมมติให้การแทรกข้อมูลแต่ละครั้งมีความน่าจะเป็นของการแทรกข้อมูลในดัชนีวายทรี ที่ทำให้เกิดจำนวนดัชนีที่โหนดใบมีค่าเท่ากัน ซึ่งอธิบายได้ด้วยแบบจำลองความน่าจะเป็นแบบ Bernoulli Probability Distribution โดยที่การแทรกแต่ละครั้งนั้นจะต้องมีโหนดใบใหม่เกิดขึ้น ดังนั้นจำนวนของโหนดใบที่เกิดขึ้นจาก d เอ็นทรีของดัชนี (Index) เพื่อให้ได้ j เอ็นทรีของดัชนีสามารถแสดงดังสมการที่ 3.2

$$l = \binom{d}{j} * \left(\frac{N_Y * fr}{n}\right)^{j-1} * \left(1 - \frac{N_Y * fr}{n}\right)^{d-j} \tag{3.2}$$

เมื่อ d คือ จำนวนของเอ็นทรีที่แทรกในแต่ละครั้ง

j คือ จำนวนของเอ็นทรีที่เป็นดัชนีคู่ใหม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

N_Y คือ จำนวนเอ็นทรีที่สามารถบรรจุในโหนดใบได้

fr คือ ฟิลล์เรทของดัชนีวายทรี

n คือ จำนวนเอ็นทรีทั้งหมดของดัชนีวายทรี

l คือ จำนวนของโหนดใบ

กรณีตัวอย่างที่ไม่เกิดโหนดใบใหม่คือกำหนดค่า *j=0* ในสมการที่ 3.2 จะทำให้เกิดจำนวนของโหนดใบที่มีจำนวนคีย์แตกต่างกันอย่างน้อย ดังแสดงได้ดังสมการที่ 3.3

$$l = \left(\frac{n}{N_Y * fr} \right) * \left(1 - \left(1 - \frac{N_Y * fr}{n} \right)^d \right) \quad (3.3)$$

เมื่อ n คือ จำนวนเอ็นทรีทั้งหมดของดัชนีวายทรี

N_Y คือ จำนวนเอ็นทรีที่สามารถบรรจุในโหนดใบได้

fr คือ ฟิลล์เรทของดัชนีวายทรี

d คือ จำนวนเอ็นทรีที่แทรกในแต่ละครั้ง

l คือ จำนวนของโหนดใบ

สมมติให้คอสต์ (Cost) ของการเข้าถึงโหนดภายใน (Inter Node) ที่มีขนาดใหญ่ ไม่มีผลต่อการแทรกแบบกลุ่ม (Batch Insertion) และถ้าโหนดใบจำนวนมากๆ ที่แตกต่างกันจะต้องถูกอ่านและเขียน ทำให้จำนวนโหนดภายในที่แตกต่างกันจะต้องใช้วิธีอินออร์เดอร์ทราเวิร์ส (In Order Traverse) เพื่อเข้าถึงโหนดใบนั้น จะน้อยกว่า 1/100 ของจำนวนโหนดใบ และจะไม่สำคัญ เมื่อแฟนเอาต์ (Fan Out) มีขนาดใหญ่กว่า 100

สมมติว่าการแยกโหนดไม่เกิดขึ้นบ่อยจนทำให้มีผลต่อคอสต์ของการแทรกแบบกลุ่ม

จากข้อสมมติฐานที่กล่าวมาแล้วข้างต้น คอสต์ของการแทรกข้อมูลเซท (Set) ของเอ็นทรีดัชนีจำนวน *b(key,ptr)* ลงสู่ดัชนีแบบ Value-List เป็นดังสมการที่ 3.4

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$c = b * \left(\left(T_{read} + T_{write} + T_{erase} \right) * N_Y + T_{seek} \right) \quad (3.4)$$

เมื่อ c คือ คอสต์ของการแทรกเซท *b(key,ptr)*

b คือ จำนวนเซทข้อมูลของการแทรกทั้งหมด

N_Y คือ จำนวนเอ็นทรีที่สามารถบรรจุในโหนดใบได้

T_{read} คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการอ่านหนึ่งเอ็นทรีจากแฟลชไดร์ฟสู่หน่วยความจำหลัก

T_{write} คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการเขียนหนึ่งเอ็นทรีจากหน่วยความจำหลักสู่แฟลชไดร์ฟ

T_{erase} คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการลบข้อมูลบนแฟลชไดร์ฟ

T_{seek} คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการค้นหาข้อมูลบนแฟลชไดร์ฟ

การแทรก *b(key, ptr)* สู่ดัชนีวายทรี ต้องการเส้นทางที่ไม่ซ้ำกันจากโหนดราก (Root Node) ถึงโหนดใบเพื่ออ่าน และเขียน ดังนั้นความสูงของดัชนีวายทรีแสดงในสมการที่ 3.5

$$h = \left| \log_{fr * f_Y} n - \log_{fr * f_Y} N_Y + \log_{fr * f_Y} fr \right| \quad (3.5)$$

เมื่อ f_Y คือ ค่าแฟนเอาต์ (Fan Out) ของโหนดภายใน

fr คือ ฟิลล์เรทของดัชนีวายทรี

N_Y คือ จำนวนเอ็นทรีในโหนดใบ

n คือ จำนวนเอ็นทรีทั้งหมดของดัชนีวายทรี

h คือ ความสูงของดัชนีวายทรี

จากสมการที่ 3.5 ในพจน์ (Term) แรก คือความสูงของดัชนีวายทรีโดยคำนวณจากจำนวนเอ็นทรีทั้งหมดของดัชนีวายทรี และลบจำนวนบัคเก็ต (Bucket) ของโหนดภายในโดยใช้จำนวนเอ็นทรีของโหนดใบมาคำนวณ และสุดท้ายต้องนำมาบวกกับค่าความสูงที่สูญเสียไปเนื่องมาจากการกำหนดค่า *fr* และในพจน์นี้จะมีค่าน้อยมาก จึงไม่ถูกนำมาคำนวณเพื่อให้ง่ายในการวิเคราะห์ โดยสมการที่ 3.5 นี้อยู่บนพื้นฐานความจริงที่ว่า จำนวนเอ็นทรีในโหนดใบเป็นไปได้ว่าจะมีจำนวนแตกต่างกัน และจะต้องมีจำนวนมากกว่าแฟนเอาต์ของโหนดภายใน การวิเคราะห์นี้จะไม่สนใจการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลดจำนวนลงของโหนดใบ เนื่องจากว่าข้อมูลทั้งหมดยังอยู่ในโหนดภายใน และสมมติว่าโหนดรากต้องเก็บอยู่ในหน่วยความจำหลักเท่านั้น ดังนั้นคอสต์ของสมการแทรก *b(key,ptr)* เป็นดังสมการที่ 3.6

$$c_i = \frac{b}{d}\left\lceil \log_{fr*f_Y} n - \log_{fr*f_Y} N_Y - 1 \right\rceil * \left((T_{read} + T_{write} + T_{erase}) * N_Y + T_{seek} \right) \quad (3.6)$$

เมื่อ d คือ จำนวนเซทข้อมูลของการแทรกแต่ละครั้ง

b คือ จำนวนเซทข้อมูลของการแทรกทั้งหมด

f_Y คือ ค่าแฟนเอาต์ของโหนดภายใน

fr คือ ฟิลล์เรทของดัชนีวายทรี

N_Y คือ จำนวนเอ็นทรีในโหนดใบ

n คือ จำนวนเอ็นทรีทั้งหมดของดัชนีวายทรี

T_{read} คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการอ่านหนึ่งเอ็นทรีจากแฟลชไดร์ฟสู่หน่วยความจำหลัก

T_{write} คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการเขียนหนึ่งเอ็นทรีจากหน่วยความจำหลักสู่แฟลชไดร์ฟ

T_{erase} คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการลบข้อมูลบนแฟลชไดร์ฟ

T_{seek} คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการค้นหาข้อมูลบนแฟลชไดร์ฟ

c_i คือ คอสต์ของการแทรก *b(key,ptr)* ลงดัชนีวายทรี

3.3 ตัวอย่างการคำนวณสมรรถนะฟังก์ชันการแทรก

จากสมการที่ 3.6 สามารถแบ่งตัวแปร (Variable) ออกเป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ 1) ตัวแปรของดัชนีวายทรี 2) ตัวแปรของแฟลชไดร์ฟ และเพื่อให้การคำนวณคอสต์ของฟังก์ชันการแทรกนี้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากที่สุดจึงได้กำหนดค่าของตัวแปรแฟลชไดร์ฟดังตารางที่ 3.1 ซึ่งเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แฟลชไดร์ฟที่จะใช้ในการทดลองโดยไม่สนใจค่าของ T_{seek} ซึ่งมีค่าของตัวแปรน้อยมากเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมของแฟลชไดร์ฟ ต่อมากำหนดค่าของตัวแปรดัชนีวายทรีซึ่งเป็นการสมมติสถานการณ์เพื่อใช้ในการทดลอง โดยกำหนดค่าของตัวแปรต่างๆ ดังนี้ $b = 1,000,000$ $fr = 0.68$ $n = 100,000$ $N_Y = 1,000$

ตารางที่ 3.1 เวลาการเข้าถึงข้อมูลของแฟลชไดร์ฟยี่ห้อ SAMSUNG

Media	**Access time**		
	Read	**Write**	**Erase**
Flash Drives	80µs	200µs	1.5ms

จากเอกสาร [1] ได้แนะนำว่าเพื่อให้ฟังก์ชันการแทรก และฟังก์ชันการสอบถามมีสมรรถนะมากขึ้นจะต้องกำหนดค่าของตัวแปร f และ d ให้เหมาะสมกับสถานการณ์นั้นๆ โดยใช้สมการที่ 3.7 กำหนดค่าตัวแปรดังกล่าว

$$f = (Nodesize/(\alpha * d + \beta)) \tag{3.7}$$

เมื่อ d คือ ขนาดเซทข้อมูลของการแทรกแต่ละครั้ง

Nodesize คือ ขนาดของโหนดภายใน

f คือ จำนวนแฟนเอาต์ในโหนดภายในที่มีจำนวนมากที่สุดที่ทำให้เกิดแทรกที่รวดเร็วที่สุด

α คือ ขนาดของเอ็นทรี (key,ptr) มีหน่วยเป็นไบต์ (Byte)

β คือ ขนาดของพอยเตอร์ (Pointer) และข้อมูลอื่นๆ ที่เก็บอยู่ในบัคเก็ต มีหน่วยเป็นไบต์ ซึ่งมีขนาดประมาณ 12 ไบต์

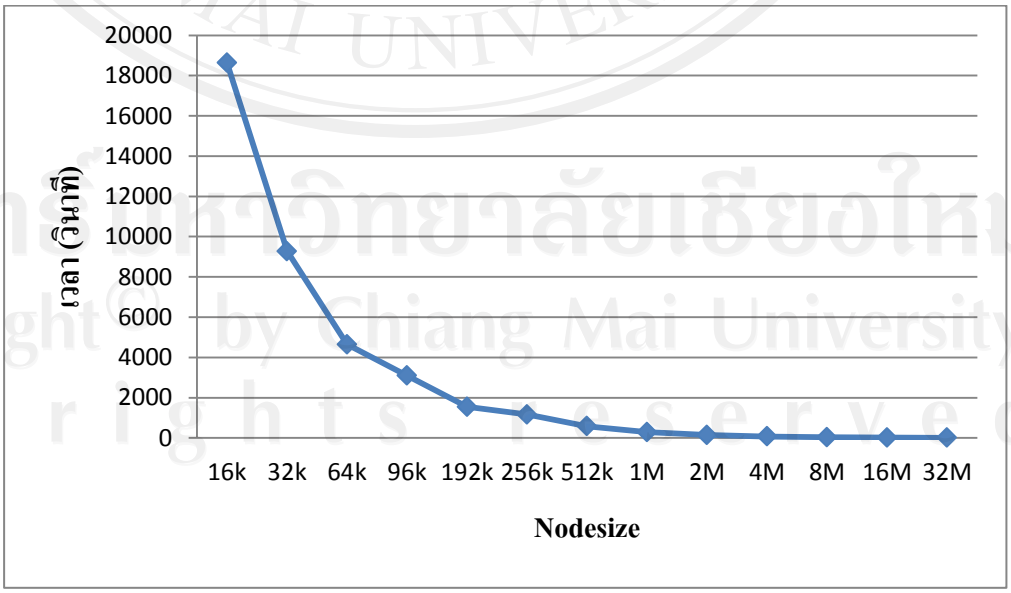
จากสมการที่ 3.7 ในเอกสาร [1] ได้แนะนำเพิ่มเติมเรื่องการกำหนดค่าของ f ว่าควรจะมีค่ามากที่สุดคือ 100 และสามารถมีค่าต่ำลงได้ถึง 10 ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ค่าของตัวแปร d มีจำนวน 2 จำนวนต่อ *Nodesize* แต่ละขนาด และได้เลือกค่าของตัวแปร d ที่ใช้เวลาการแทรกน้อยที่สุด และคำนวณค่าตัวแปร f ดังสมการที่ 3.7 ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 3.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.2 ค่าตัวแปร *d* และ *f* ตามการคำนวณ

Nodesize (ไบต์)	d	f
16,384	102	23
32,768	205	23
65,536	409	23
98,304	614	23
196,608	1,229	23
262,144	1,638	23
16,777,216	3,277	23
33,554,432	6,553	23

จากตารางที่ 3.3 และรูปที่ 3.1 จะเห็นว่าค่าของเวลาที่ได้จากสมการการแทรกข้อมูลลงดัชนีวายทรีนั้นจะลดลงประมาณ 2 เท่า เมื่อ *Nodesize* มีขนาดเพิ่มขึ้น 2 เท่า และมีค่าเวลาเข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งสอดคล้องการหลักการที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น



รูปที่ 3.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาด *Nodesize* กับเวลาของฟังก์ชันการแทรก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.3 เวลาการแทรกข้อมูลตามขนาดของ *Nodesize*

Nodesize (ไบต์)	**เวลา (วินาที)**
16,384	18,627.45
32,768	9,268.29
65,536	4,645.47
98,304	3,094.46
196,608	1,545.97
262,144	1,159.95
16,777,216	579.79
33,554,432	289.94

3.4 แนวทางการวิเคราะห์สมรรถนะฟังก์ชันการสอบถาม

แนวทางการวิเคราะห์สมรรถนะของฟังก์ชันการสอบถามนั้น จะคล้ายกันกับแนวทางการวิเคราะห์ฟังก์ชันการแทรก แต่มีส่วนที่แตกต่างกันคือ ฟังก์ชันการสอบถามมีเพียงเฉพาะกระบวนการการอ่านเท่านั้น โดยไม่มีส่วนของการเขียนจึงทำให้เวลาที่ใช้ของฟังก์ชันการสอบถามน้อยกว่าฟังก์ชันการแทรก ดังนั้นแนวทางการวิเคราะห์สมรรถนะของฟังก์ชันการสอบถาม จึงมีเพียงเฉพาะส่วนของการอ่าน โดยมีประเด็นสำคัญคือการพิจารณาความสูงของดัชนีวายทรี

การวิเคราะห์เริ่มต้นด้วยการพิจารณาคอสต์ของกระบวนการสอบถามที่มีผลคำตอบ s คู่ของดัชนีทั้งหมดในดัชนีวายทรีบนแฟลชไดร์ฟ และขั้นตอนต่อมาเป็นการวิเคราะห์สมรรถนะของดัชนีวายทรีบนแฟลชไดร์ฟ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5 การวิเคราะห์สมรรถนะฟังก์ชันการสอบถาม

การสอบถามของดัชนีวายทรีใช้หลักการเดียวกับดัชนีแบบ Value-list การประเมินการสอบถามแบบช่วง จะเป็นซิงค์เกอร์พาท (Single Path) คือการทราเวิร์ส (Traverse) จากโหนดรากไปยังโหนดใบเพียงแค่ครั้งเดียว เมื่อโหนดใบสามารถเข้าถึงได้จากโหนดภายใน (Reach) และชุดข้อมูล (String) ของโหนดใบจะใช้วิธีการทราเวิร์ดแบบปรกติ และเข้าถึงโหนดต่อไปด้วยพอยเตอร์จนกว่าจะถึงจุดสิ้นสุดของการสอบถามแบบช่วง เวลาการประมวลผลชุดข้อมูลคำตอบ s แสดงในสมการที่ 3.8 เมื่อสมมติว่าโหนดรากต้องอยู่ในหน่วยความจำหลัก (Ram) เท่านั้น

$$t_l = \left(\left\lceil \log_{fr*N_Y} n \right\rceil - 1 + \left\lceil \frac{s}{N_Y * fr} \right\rceil \right) * \left(T_{read} * N_Y + T_{seek} \right) \qquad (3.8)$$

เมื่อ f_Y คือ ค่าแฟนเอาต์ของโหนดภายใน

fr คือ ฟิลล์เรทของดัชนีวายทรี

N_Y คือ จำนวนเอ็นทรีในโหนดใบ

n คือ จำนวนเอ็นทรีทั้งหมดของดัชนีวายทรี

T_{read} คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการอ่านหนึ่งคู่ (key,ptr) จากแฟลชไดร์ฟสู่หน่วยความจำหลัก

T_{seek} คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการค้นหาข้อมูลบนแฟลชไดร์ฟ

t_l คือ เวลาการประมวลผลชุดคำตอบของโหนดใบ

สมมติว่าชุดข้อมูลคำตอบจะต้องค้นพบในโหนดภายใน เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว จำนวนของโหนดใบที่ประมวลผลจะต้องมีค่าน้อยกว่าดัชนีแบบ Value-list เมื่อโหนดใบมีขนาดเท่ากัน จากข้อสมมติฐานนี้ เวลาการประมวลผลการสอบถามแสดงดังสมการที่ 3.9 เมื่อโหนดรากต้องอยู่ในหน่วยความจำหลักเท่านั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$c_q = \left(\sum_{i=0}^{\lfloor \log_{fr*f_Y} n - \log_{fr*f_Y} N_Y \rfloor - 1} \left\lceil \frac{s}{(f_Y)^i N_Y * fr^{i+1}} \right\rceil \right) * (T_{read} * N_Y + T_{seek}) \quad (3.9)$$

เมื่อ f_Y คือ ค่าแฟนเอาต์ของโหนดภายใน

fr คือ ฟิลล์เรทของดัชนีวายทรี

N_Y คือ จำนวนเอ็นทรีในโหนดใบ

n คือ จำนวนเอ็นทรีทั้งหมดของดัชนีวายทรี

T_{read} คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการอ่านหนึ่งคู่ (key,ptr) จากแฟลชไดร์ฟสู่หน่วยความจำหลัก

T_{seek} คือ ค่าเฉลี่ยเวลาการค้นหาข้อมูลบนแฟลชไดร์ฟ

c_q คือ คอสต์การสอบถาม *s(key,ptr)* ของดัชนีวายทรี

3.6 ตัวอย่างการคำนวณสมรรถนะฟังก์ชันการสอบถาม

จากสมการที่ 3.9 จะเห็นได้ว่าตัวแปรที่เกือบทั้งหมดเป็นตัวแปรเดียวกับกับฟังก์ชันการแทรก มีเพียงแค่ตัวแปร *s* เท่านั้นที่เพิ่มเข้ามาซึ่งบ่งบอกถึงเป็นการสอบถาม ดังนั้นการคำนวณเวลาที่ในการสอบถามจึงใช้ค่าของตัวแปรเช่นเดียวกันกับฟังก์ชันการแทรก คือ *b = 1,000,000 fr = 0.68 n = 100,000 N_Y = 1,000* และกำหนดค่าตัวแปรเพิ่มเติมของฟังก์ชันการสอบถามคือ *s = 100,000* พร้อมกับใช้ค่าตัวแปรคุณสมบัติของแฟลชไดร์ฟดังตารางที่ 3.1 โดยไม่สนใจค่าของ T_{seek}ด้วยเหตุผลเดียวกันกับฟังก์ชันการแทรก

จากสมการที่ 3.9 จะเห็นว่าไม่มีตัวแปรใดที่เกี่ยวข้องกับขนาดของ *Nodesize* เลยจึงทำให้เวลาการประมวลผลของฟังก์ชันการสอบถามมีค่าเท่ากัน ของการสอบถามในทุกๆ ครั้งถึงแม้ว่าจะใช้ขนาด *Nodesize* ที่แตกต่างกันก็ตาม และเวลาการประมวลผลของฟังก์ชันการสอบถามนี้มีค่าน้อยกว่ามาก เมื่อเทียบกับเวลาการประมวลผลของฟังก์ชันการแทรก ดังที่กล่าวไว้แล้วข้างต้นทุกประการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved