

บทที่ 2

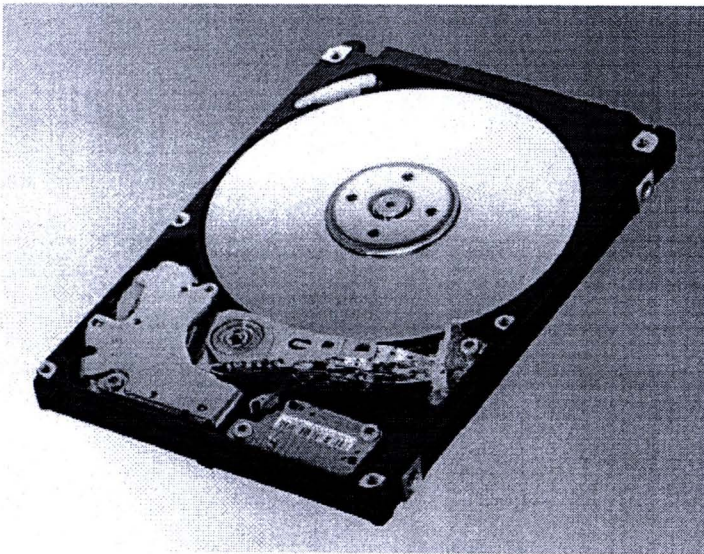
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

ในการวิเคราะห์ถึงการเสียบรูปของแกนแอกทูเอเตอร์ในระหว่างกระบวนการคีสเวจ โดยการสร้างแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์เพื่อวิเคราะห์การเสียบรูปของแกนแอกทูเอเตอร์ในระหว่างกระบวนการคีสเวจ อีกทั้งหาขนาดแรงกดใบมีด และมุมใบมีดของอุปกรณ์คีสเวจที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้แกนแอกทูเอเตอร์เสียบรูปน้อยที่สุดในระหว่างกระบวนการคีสเวจนั้นจำเป็นที่จะต้องศึกษาโครงสร้างของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ซึ่งแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2 โครงสร้างฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ (Hard Disk Drive)

ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเก็บข้อมูลได้มาก และเก็บได้อย่างถาวรโดยไม่ต้องมีไฟฟ้ามาหล่อเลี้ยงตลอดเวลาเหมือนหน่วยความจำแรม เมื่อปิดเครื่องข้อมูล ก็จะไม่สูญหายไปไหน จากคุณสมบัติเหล่านี้เองทำให้ฮาร์ดดิสก์ ถูกใช้เป็นไดรฟ์หลักในการเก็บระบบปฏิบัติการ โปรแกรม และข้อมูลต่างๆ นอกจากนี้พื้นที่ของฮาร์ดดิสก์บางส่วนยังถูกจำลองเป็นแรมเสมือนหรือ Visual Memory อีกด้วย ซึ่งช่วยให้เครื่องทำงานได้เร็วขึ้น



ภาพที่ 2.1 รูปร่างและลักษณะของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ [1]

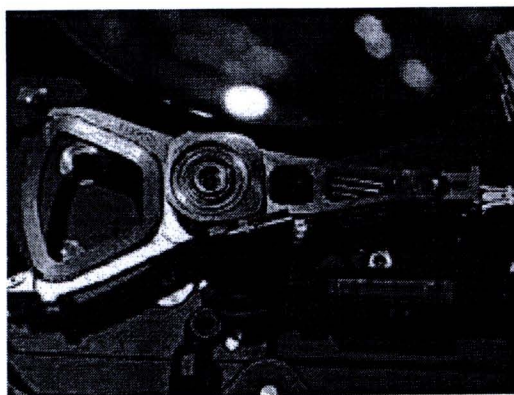
2.2.1 โครงสร้างและการทำงานของฮาร์ดดิสก์

ฮาร์ดดิสก์ จะมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่ทำจากวัสดุประเภทโลหะ ที่มีความแข็งแรง ทั้งนี้ก็เพื่อที่จะป้องกันไม่ให้ ชิ้นส่วนหรือกลไกภายในไม่ได้รับความกระทบกระเทือนจากการหยิบจับหรือเคลื่อนย้าย ซึ่งถ้าเรามองจากภายนอกแล้วเราจะเห็น เพียงแผ่นโลหะเงาปิดอยู่ด้านบน ส่วนด้านล่างก็จะเป็นวงจรควบคุมการทำงาน

2.2.2 ส่วนประกอบของฮาร์ดดิสก์

ฮาร์ดดิสก์ประกอบไปด้วยส่วนประกอบมากมาย ซึ่งต่อกันด้วยระบบกลไกทางจักรกลติดกับส่วนประกอบอื่นๆ ที่มีแม่ขั้วอิเล็กทรอนิกส์ต่อกันบนแผ่นวงจรไฟฟ้า ฮาร์ดดิสก์ทำมาจากแผ่นจานเหล็กกลมๆ ที่เคลือบสารแม่เหล็ก ไว้สำหรับเก็บข้อมูล (Platter) ซ้อนกันหลายๆ ชั้น ขึ้นอยู่กับความจุ โดยจานแม่เหล็กนี้จะติดกับมอเตอร์ที่ทำหน้าที่หมุนแผ่นจานเหล็กนี้ โดยจะมีแขนที่มีหัวอ่านข้อมูล ติดอยู่ตรงปลาย (Actuator) ทำหน้าที่อ่านข้อมูลจากจานเหล็ก ที่หมุนอยู่ด้วยความเร็วคงที่ ซึ่งความเร็วที่ว่านี้เราจะเรียกว่า “ความเร็วรอบ” ซึ่งมีส่วนประกอบหลักๆ ดังต่อไปนี้

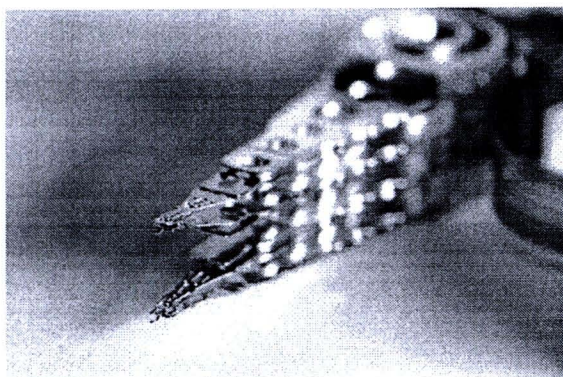
2.2.2.1 แขนของหัวอ่าน (Actuator Arm) ทำงานร่วมกับ Stepping Motor ในการหมุนแขนของหัวอ่านไปยังตำแหน่งที่เหมาะสม สำหรับการอ่านเขียนข้อมูล โดยมีคอนโทรลเลอร์ (Controller) ทำหน้าที่แปลคำสั่งที่มาจากคอมพิวเตอร์ จากนั้นก็เลื่อนหัวอ่านไปยังตำแหน่งที่ต้องการ เพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูล และใช้หัวอ่านในการอ่านข้อมูล แต่ต่อมา Stepping Motor ได้ถูกแทนด้วย Voice Coil ที่สามารถทำงานได้เร็ว และแม่นยำกว่า Stepping Motor ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 รูปร่างลักษณะของแขนของหัวอ่าน [2]

2.2.2.2 หัวอ่าน/เขียน (Slider) เป็นส่วนที่ใช้ในการอ่านเขียนข้อมูล มีขนาดเล็ก และมีความซับซ้อน จึงมีราคาแพง ภายในหัวอ่านมีลักษณะเป็น ขดลวด โดยในการอ่านเขียนข้อมูล

คอนโทรลเลอร์ (Controller) จะนำคำสั่งที่ได้รับมาแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้าแล้วป้อนเข้าสู่ขดลวดทำให้เกิดการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็ก ไปเปลี่ยนโครงสร้างของสารแม่เหล็ก ที่ฉาบบนแผ่นดิสก์ จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลขึ้น ดังภาพที่ 2.3



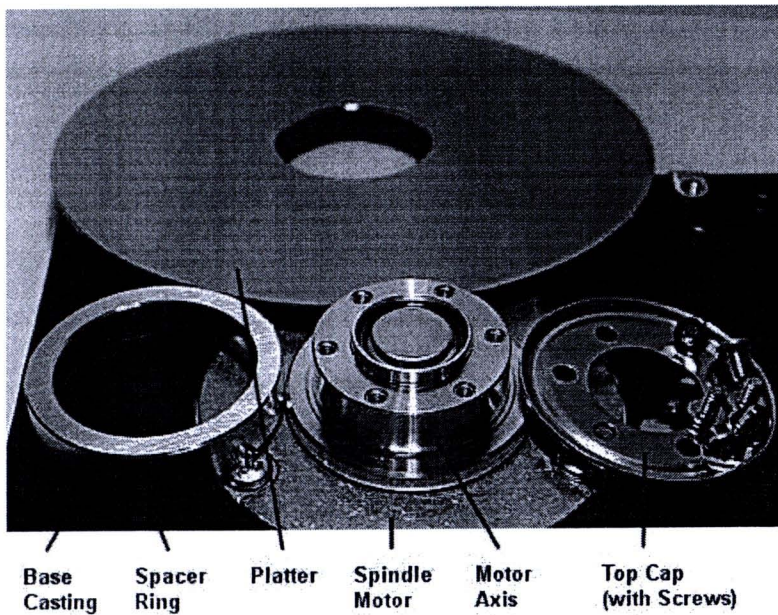
ภาพที่ 2.3 รูปร่างลักษณะของหัวอ่าน/เขียน [3]

2.2.2.3 แผ่นจานแม่เหล็ก (Platters) จะมีลักษณะเป็นจานเหล็กกลมๆ ที่เคลือบสารแม่เหล็กวางซ้อนกันหลายๆชั้น (ขึ้นอยู่กับความจุ) และสารแม่เหล็กที่ว่าจะถูกเหนี่ยวนำให้มีสถานะเป็น 0 และ 1 เพื่อจัดเก็บข้อมูล โดยจานแม่เหล็กนี้จะติดกับมอเตอร์ ที่ทำหน้าที่หมุน แผ่นจานเหล็กนี้ ปกติฮาร์ดดิสก์แต่ละตัวจะมีแผ่นดิสก์ประมาณ 1-4 แผ่นแต่ละแผ่นก็จะเก็บข้อมูลได้ทั้ง 2 ด้าน ดังภาพที่ 2.4



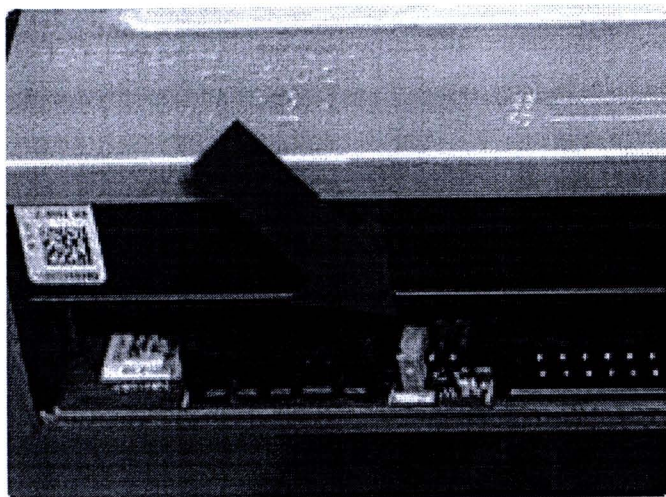
ภาพที่ 2.4 รูปร่างลักษณะของแขนของแผ่นจานแม่เหล็ก [4]

2.2.2.4 มอเตอร์หมุนจานแม่เหล็ก (Spindle Motor) เป็นมอเตอร์ที่ใช้หมุนของแผ่นแม่เหล็ก ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อความเร็วในการหมุนของฮาร์ดดิสก์ เพราะยิ่งมอเตอร์หมุนเร็วหัวอ่านก็จะเจอข้อมูลที่ต้องการเร็วขึ้น ซึ่งความเร็วที่ว่านี้จะวัดกันเป็นรอบต่อนาที (Revolution per Minute หรือย่อว่า RPM) ถ้าเป็นฮาร์ดดิสก์รุ่นเก่าจะหมุนด้วยความเร็วเพียง 3,600 รอบต่อนาที ต่อมาพัฒนาเป็น 7,200 รอบต่อนาที และปัจจุบันหมุนได้เร็วถึง 10,000 รอบต่อนาที การพัฒนาให้ฮาร์ดดิสก์หมุนเร็วจะได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ส่วนประกอบของมอเตอร์หมุนจานแม่เหล็ก [5]

2.2.2.5 ขั้วต่อและจัมเปอร์ (Connector and Jumper) ขั้วต่อและจัมเปอร์เป็นส่วนประกอบที่อยู่ในส่วนท้ายของฮาร์ดดิสก์ทุกๆตัว ซึ่งประกอบไปด้วย ขั้วต่ออินเตอร์เฟซ, ขั้วต่อสายไฟ และจัมเปอร์ ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 รูปร่างลักษณะของแขนของหัวต่อและจัมเปอร์ [5]

2.2.2.6 เคส (Case) มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยม ใช้บรรจุกลไกต่างๆ ภายในแผ่นดิสก์เพื่อป้องกันความเสียหาย ที่เกิดจากการหยิบ, จับ และป้องกันฝุ่น ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 รูปร่างลักษณะของเคส [1]

จากส่วนประกอบที่ได้กล่าวมาข้างต้น เมื่อนำเอาแขนของหัวอ่าน (Actuator Arm) กับหัวอ่าน (Slider) จะเรียกว่า ชิ้นส่วนหัวอ่านคอมพิวเตอร์ (Head Stack Assembly) ซึ่งในวิทยานิพนธ์จะสนใจเกี่ยวกับชิ้นส่วนหัวอ่านคอมพิวเตอร์

2.2.3 ส่วนประกอบของชิ้นส่วนหัวอ่านคอมพิวเตอร์ (Head Stack Assembly)

ชิ้นส่วนหัวอ่านคอมพิวเตอร์ (Head Stack Assembly) ทำหน้าที่ในการอ่านหรือเขียนข้อมูลลงไปในแผ่นจานแม่เหล็ก (Platters) ถ้าชิ้นส่วนหัวอ่านคอมพิวเตอร์ไม่ดีก็จะทำให้โครงสร้างการจัดเรียงและเก็บข้อมูลภายในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ออกมาไม่ดีไปด้วย ซึ่งมีส่วนประกอบหลักๆ ดังต่อไปนี้

2.2.3.1 Voice Coil ทำหน้าที่แปลคำสั่งที่มาจากคอมพิวเตอร์ จากนั้นก็เลื่อนหัวอ่านไปยังตำแหน่งที่ต้องการ

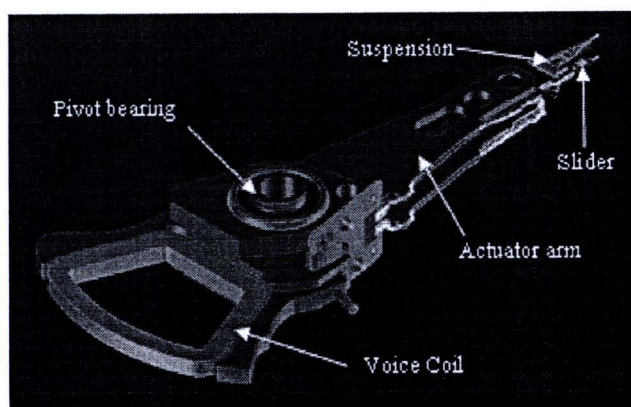
2.2.3.2 Actuator Arm ทำงานร่วมกับ Voice Coil ในการหมุนแขนของหัวอ่านไปยังตำแหน่งที่เหมาะสม สำหรับการอ่านเขียนข้อมูล

2.2.3.3 Suspension เป็นส่วนที่ติดกับ Actuator Arm ให้สามารถเชื่อมต่อกับ slider มีส่วนทำให้ slider ลอยตัวในขณะฮาร์ดดิสก์ทำงาน โดยมีระยะการลอยตัวที่น้อยมากๆ โดยค่ากรัมโหลดสามารถได้ที่ suspension เมื่อประกอบเป็น Head Stack Assembly เรียบร้อยแล้ว ซึ่งประกอบด้วย

- Base Plate
- Damper
- Fixture
- Hinge

2.2.3.4 Slider ทำหน้าที่ให้การอ่านเขียนข้อมูล

2.2.3.5 Pivot Bearing ทำหน้าที่เป็นจุดหมุนให้กับ Actuator Arm และรับภาระของแรงกระชากของการหมุนเริ่มต้น (Starting Torque) และแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้น ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ส่วนประกอบของชิ้นส่วนหัวอ่านคอมพิวเตอร์ [6]

2.2.4 โครงสร้างการจัดเรียงและเก็บข้อมูลภายในฮาร์ดดิสก์ไครฟ์

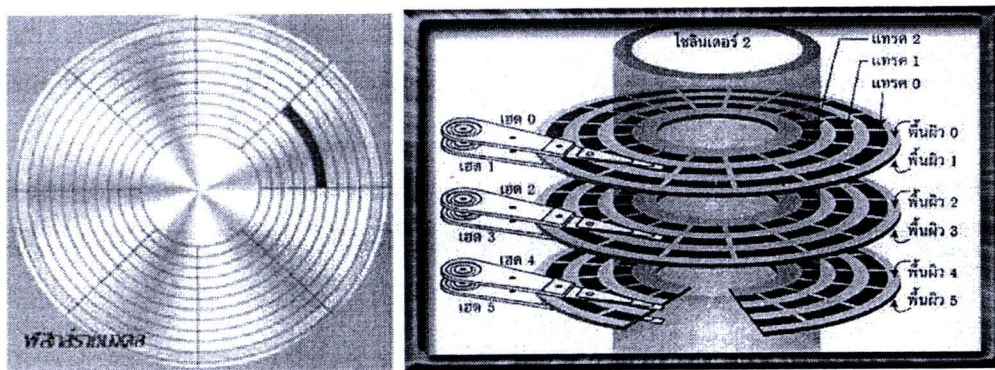
ข้อมูลที่เก็บบนจานแม่เหล็กทางกายภาพอาจจะอยู่กันอย่างกระจัดกระจายไม่เรียงลำดับ ทำให้ต้องมีการแบ่งพื้นที่ของฮาร์ดดิสก์ออกเป็นส่วนๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น Track , Sector และ Cylinder ก็เพื่อที่จะทำให้โปรแกรมใช้งานต่างๆสามารถอ้างอิงตำแหน่งทางกายภาพบนฮาร์ดดิสก์ได้ โครงสร้างการเก็บข้อมูลภายในฮาร์ดดิสก์ ในการจัดเรียงข้อมูลในฮาร์ดดิสก์นั้น สิ่งสำคัญก็คือ จะต้องมีการกำหนดโครงสร้างในการจัดเก็บข้อมูล เพื่อที่จะให้เครื่องคอมพิวเตอร์รู้ว่า จะต้องนำข้อมูลไปเก็บไว้ที่ใด หรืออ่านข้อมูลมาจากตำแหน่งใด เหมือนเวลาอ่านหนังสือ เราอยากรู้ว่าตรงที่อ่านอยู่บทไหนก็สามารถทำได้โดยดูจากสารบัญ ก่อนใช้งานฮาร์ดดิสก์จึงต้องมีการกำหนดโครงสร้างหรือที่เรียกว่า Low Level Format จะมีผลในการกำหนดโครงสร้างภายในให้เป็นหน่วยย่อยๆที่เรียกว่า Sector ขึ้นมา นอกจากนี้ยังจัดกลุ่มของ Sector เป็น Track และกลุ่มของ Track รวมกันเป็น Cylinder หากฮาร์ดดิสก์ไม่ได้ถูก Format เครื่องคอมพิวเตอร์ก็จะไม่รู้ว่าข้อมูลอยู่ตำแหน่งใดบ้าง

การจัดเรียงข้อมูลบนฮาร์ดดิสก์นั้นมีลักษณะเดียวกับแผนที่ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บไว้ใน Track บนแผ่นดิสก์ไครฟ์ทุกๆ ไปจะมี Track ประมาณ 2,000 แทร็คต่อนิ้ว (TPI) Cylinder จะหมายถึงกลุ่มของ Track ที่อยู่ บริเวณหัวอ่านเขียนบนทุก ๆ แผ่นดิสก์ ในการเข้าอ่านข้อมูลนั้นแต่ละ Track จะถูกแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ เรียกว่า Sector กระบวนการในการจัดการดิสก์ ให้มี Track และ Sector เรียกว่า การฟอร์แมตฮาร์ดดิสก์ ส่วนใหญ่จะได้รับการฟอร์แมตมาจากโรงงานเรียบร้อยแล้วในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยปกติ Sector จะมีขนาดเท่ากับ 512 ไบต์ คอมพิวเตอร์จะใช้ข้อมูลที่ได้รับการฟอร์แมตนี้ เหมือนกับที่นักท่องเที่ยวยังใช้แผนที่ ในการเดินทาง คือใช้ระบุว่าจะข้อมูลใดอยู่ที่ตำแหน่งใดบนฮาร์ดดิสก์

แต่ในปัจจุบัน ได้มีการใช้เทคนิคการฟอร์แมต รูปแบบใหม่ที่ เรียกว่า Multiple Zone Recording เพื่อบีบข้อมูลได้มากขึ้น ในการนำมาจัดเก็บบนฮาร์ดดิสก์ได้ Multiple Zone Recording จะอนุญาตให้พื้นที่ Track ด้านนอก สามารถ ปรับจำนวนคลัสเตอร์ได้ทำให้พื้นที่ Track ด้านนอกสุดมีจำนวน Sector มากกว่า ด้านในและด้วยการแบ่งให้พื้นที่ Track ด้านนอกสุดมีจำนวน Sector มากกว่าด้านในนี้ ข้อมูลสามารถจัดเก็บได้ตลอดทั้งฮาร์ดดิสก์ ทำให้มีการใช้เนื้อที่บนแผ่นดิสก์ได้อย่างคุ้มค่า และเป็นการ เพิ่มความจุโดย ใช้จำนวนแผ่นดิสก์น้อยลงจำนวนของ Sector ต่อ Track ในดิสก์ขนาด 3.5 นิ้วแบบปกติจะมีอยู่ ประมาณ 60 ถึง 120 Sector ภายใต้การจัดเก็บแบบ Multiple Zone Recording

ข้อมูลที่เก็บลงบนแผ่นเรียกว่า Sector หรือ Track เป็นรูปวงกลม ส่วนเซกเตอร์เป็นรูปเสี้ยวหนึ่งของวงกลม อยู่ภายใน Track

Track แสดงด้วยสี่เหลี่ยม ส่วน Sector แสดงด้วยสีน้ำเงิน ภายใน Sector จะมีจำนวนไบต์คงที่ ยกตัวอย่างเช่น 256 ถึง 512 ขึ้นอยู่กับว่าระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์จะจัดการแบ่งในลักษณะใด Sector หลายๆ Sector รวมกันเรียกว่า คลัสเตอร์ (Clusters)



ภาพที่ 2.9 แสดงโครงสร้างการจัดเรียงและเก็บข้อมูลภายในฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ [1]

2.2.4.1 Track พื้นผิวบนจานแม่เหล็กบนฮาร์ดดิสก์จะถูกแบ่งออกเป็นวงรอบเรียกว่า Track ซึ่งจะอ้างอิงถึงแต่ละ Track ได้เพราะแต่ละ Track จะมีลำดับเลขกำกับ โดยที่ Track ที่ 0 จะอยู่วงนอกสุด ส่วน Track ที่ 1, 2, ... จะเป็นวงรอบถัดไปด้านในตามลำดับ ดังนั้น Track ที่มีลำดับเลขมากที่สุดจะอยู่วงในสุด โดยวงนอกจะเก็บข้อมูลได้มากกว่าวงใน ซึ่งฮาร์ดดิสก์โดยทั่วไปจะมี Track ประมาณ 2000 TPI (Track per inch)

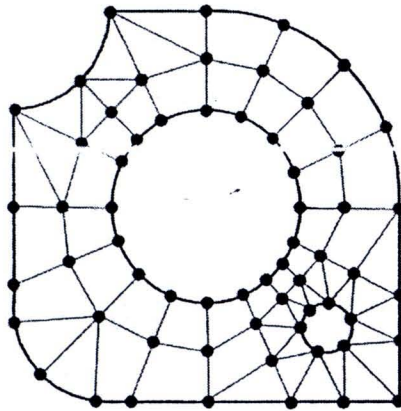
2.2.4.2 Sector แต่ละ Track จะแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยของข้อมูลตามแนวรัศมีของวงกลม คล้ายการแบ่งขนมเค้ก เรียกว่า Sector ซึ่งแต่ละ Sector โดยปกติจะสามารถเก็บข้อมูลได้ 512 ไบต์ และแต่ละ Sector จะถูกกำกับด้วยตัวเลขอ้างอิง โดยปกติแล้วการที่ Track วงนอกมีพื้นที่มากกว่า Track วงใน ในขณะที่ Sector ในแต่ละ Track นั้นมีจำนวนเท่ากัน ได้ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพื้นที่บนจานแม่เหล็กได้ จึงได้มีการ Format ข้อมูลแบบใหม่ที่สามารถทำให้จำนวน Sector ของ Track วงนอกมีจำนวนมากกว่า Track วงในได้ ซึ่งทำให้ฮาร์ดดิสก์สามารถจุข้อมูลได้เพิ่มขึ้น ซึ่งเราจะเรียกเทคนิคนี้ว่า Multiple Zone Recording

2.2.4.3 Cylinder เป็นการจัดกลุ่มของ Track หมายเลขเดียวกันของจานแม่เหล็กทุกๆแผ่น ดังนั้น Cylinder จึงมีลักษณะเป็นทรงกระบอก เนื่องจากฮาร์ดดิสก์จะประกอบด้วยหลายหัวอ่าน จึงสามารถอ้างอิงได้ว่า จะเข้าถึงโดยระบุหมายเลขของ Cylinder, Head และ Sector

ประโยชน์ของการแบ่งข้อมูลเป็น Cylinder ก็คือเป็นการเข้าถึงข้อมูลได้โดยไม่ต้องเสียเวลาในการเลื่อนหัวอ่านหากข้อมูลอยู่ใน Cylinder เดียวกัน

2.3 ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

ในการวิเคราะห์ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง ปัญหานั้นมักประกอบด้วยปัญหาอนุพันธ์และเงื่อนไขขอบเขตที่กำหนดให้ ผลเฉลยแม่นยำตรง (Exact Solution) ที่ประดิษฐ์ขึ้นมาได้ประกอบด้วยค่าของตัวแปรตามตำแหน่งต่าง ๆ กันบนรูปร่างของลักษณะของปัญหานั้นหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ผลเฉลยแม่นยำตรงจะประกอบด้วยค่าต่าง ๆ นับเป็นจำนวนอนันต์ค่า แทนที่จะทำการหาผลเฉลยแม่นยำตรงที่ประกอบด้วยค่าต่าง ๆ มากมายเช่นนี้ซึ่งสำหรับในทางปฏิบัตินั้นเป็นไปได้ หลักการก็คือทำการลดค่าทั้งหมดที่มีจำนวนอนันต์ค่านั้นมาเป็นค่าโดยประมาณในจำนวนที่นับได้ (Finite) ด้วยการแทนรูปร่างลักษณะของปัญหาด้วยเอลิเมนต์ (Elements) ซึ่งมีขนาดต่าง ๆ กันดังเช่นในตัวอย่างของแผ่นอะลูมิเนียม ในภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 การวิเคราะห์หาผลเฉลยบนแผ่นด้วยการใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ [7]

ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์นี้ยังบ่งชี้เป็นนัยว่า ผลเฉลยของแต่ละเอลิเมนต์นั้นจำเป็นต้องสอดคล้อง กับสมการเชิงอนุพันธ์และเงื่อนไขขอบเขตที่กำหนดมาให้สำหรับปัญหานั้น ๆ ซึ่งหมายความว่า หลักการของระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์จะต้องเริ่มต้นจากการพิจารณาเอลิเมนต์แต่ละเอลิเมนต์ โดยทำการสร้างสมการสำหรับแต่ละเอลิเมนต์ให้สอดคล้องกับสมการเชิงอนุพันธ์ของปัญหาที่พิจารณาอยู่นั้น จากนั้นจึงนำสมการของแต่ละเอลิเมนต์ที่สร้างขึ้นได้มาประกอบกันเข้าก่อให้เกิดระบบสมการรวม ซึ่งในความหมายทางกายภาพก็คล้ายกับการนำทุกเอลิเมนต์มาประกอบ

รวมเข้าด้วยกันก่อให้เกิดเป็นรูปร่างลักษณะทั้งหมดของปัญหาที่แท้จริง แล้วจึงประยุกต์เงื่อนไขขอบเขตที่กำหนดมาให้ลงไปในระบบสมการรวมนี้ก่อนทำการแก้ทั้งระบบสมการดังกล่าว เพื่อหาผลเฉลยโดยประมาณที่ต้องการตามตำแหน่งต่าง ๆ ของปัญหานั้น

จากคำอธิบายนี้จะเห็นได้ว่า ความแม่นยำของผลเฉลยโดยประมาณที่คำนวณได้นั้นขึ้นอยู่กับขนาดและจำนวนของเอลิเมนต์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา นอกจากนั้นความแม่นยำของผลเฉลยยังขึ้นอยู่กับคุณสมบัติรูปแบบของฟังก์ชันการประมาณภายใน (Interpolation Functions) ที่ใช้สำหรับแต่ละเอลิเมนต์ กล่าวคือฟังก์ชันการประมาณภายในที่ใช้มีความใกล้เคียงกับผลเฉลยแม่นยำของปัญหานั้นมากน้อยเพียงใด ลักษณะการกระจายของฟังก์ชันการประมาณภายในของเอลิเมนต์อาจสมมุติให้อยู่ในหลายรูปแบบ อาทิเช่น รูปแบบของการกระจายเชิงเส้น (Linear Distribution) เป็นต้น ส่วนขนาด (Magnitude) ของฟังก์ชันประมาณการภายในนั้นขึ้นอยู่กับค่าที่จุดต่อ (Nodes) ของเอลิเมนต์

2.4 ทบทวนวรรณกรรม

เทคโนโลยีของฮาร์ดดิสก์ในปัจจุบันข้อมูลในฮาร์ดดิสก์จะถูกบันทึกและอ่านจากจานด้วยหัวอ่าน/เขียนฮาร์ดดิสก์ที่เรียงอยู่ในแนวตั้งซึ่งถูกควบคุมโดยส่วนประกอบแอกทูเอเตอร์ [8] โดยแกนแอกทูเอเตอร์จะเชื่อมต่อกับแกนชัสน์เพนชันโดยกระบวนการสเวจ ส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของฮาร์ดดิสก์คือ ชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ (Head Stack Assembly) ซึ่งการนำชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ มาเรียงกันเป็นชั้นจะต้องมีส่วนประกอบคือ แกนแอกทูเอเตอร์, เมาตติ้งเพลท (Mounting Plate) และ โหลดบีม (Load Beam) [9] แกนแอกทูเอเตอร์จะถูกนำมาเรียงซ้อนกันเป็นอีบล็อก (E-block) ถ้าแกนรองรับของอีบล็อก อันหนึ่งถูกตัดจะทำให้แกนของอีบล็อกอันอื่นเกิดความเสียหายด้วย [10] วิธีการประกอบส่วนประกอบแอกทูเอเตอร์ มีอุปกรณ์และขั้นตอนที่ต้องทำคือ แกนแอกทูเอเตอร์ แกนชัสน์เพนชัน การยึดแผ่นสเวจ (Swage Plate) กับแกนชัสน์เพนชัน การรวมแผ่นสเวจกับสเวจบอส (swage boss) การสะสมของฟิล์มสารหล่อลื่นที่ผิวนอกของสเวจบอส การเชื่อมแกนชัสน์เพนชันติดกับแกนแอกทูเอเตอร์ด้วยการสเวจ เป็นวิธีการค่าการลดแรงบิดที่สะสมในระหว่างการแยกแกนชัสน์เพนชันออกจากแกนแอกทูเอเตอร์ ในระหว่างกระบวนการดิสสเวจ [11] ถ้าหัวอ่าน/เขียนฮาร์ดดิสก์มีข้อบกพร่องในบางชิ้น สามารถแก้ไขหัวอ่าน/เขียนฮาร์ดดิสก์ที่มีข้อบกพร่องได้โดยการถอดหัวอ่าน/เขียนฮาร์ดดิสก์ที่มีข้อบกพร่องออกจากแกนหัวอ่าน/เขียนฮาร์ดดิสก์ด้วยกระบวนการดิสสเวจ ในระหว่างดิสสเวจจะมีการออกแรงกดใบมีดของอุปกรณ์ดิสสเวจแยกหัวอ่าน/เขียนฮาร์ดดิสก์ที่มีข้อบกพร่องออกมา ซึ่งในขณะที่ทำการดิสสเวจผลของการดิสสเวจ จะทำให้เกิดการเสียหายระหว่างแกนชัสน์เพนชันและแกนแอกทูเอเตอร์ซึ่งจะปรากฏออกมาในรูปของการ



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ	
ห้องสมุดงานวิจัย	
วันที่ 1.3.ป.ย. 2555	
เลขทะเบียน	249582
เลขเรียกหนังสือ	

แตกร้าว แขนแอกทูเอเตอร์ผิดรูปโค้งงอ ขนาดของอนุภาคโดยรวมใหญ่ขึ้นทำลายคุณภาพของ หัวอ่าน/เขียนฮาร์ดดิสก์ด้านอื่น ทำให้เสียเวลามากขึ้นในการกระบวนการผลิต และความเสียหายเชิงวัสดุแบบอื่นๆ [10,11,12] ได้มีการหาเทคนิคการถอดหัวอ่าน/เขียนฮาร์ดดิสก์ที่มีข้อบกพร่องออกจากแขนแอกทูเอเตอร์แล้วนำหัวอ่าน/เขียนฮาร์ดดิสก์ที่ดีใส่แทนที่ โดยที่ไม่ทำให้หัวอ่าน/เขียนฮาร์ดดิสก์ที่ติดอยู่แล้วเกิดความเสียหาย โดยใช้สารละลายแอลกอฮอล์หยดลงมาตามแรงดึงดูดของโลกจากด้านบนของอุปกรณ์ดีสเวจ ไปที่ไบมีดชนิดพิเศษที่มีหลอดใส่สารละลายแอลกอฮอล์ (Cartridge Type Edge) ไบมีดจะไถลบายนช่องว่างระหว่างผิวสัมผัสของหัวอ่าน/เขียนฮาร์ดดิสก์ และแขนหัวอ่าน/เขียนฮาร์ดดิสก์ โดยสารละลายแอลกอฮอล์จะทำหน้าที่เป็นสารหล่อลื่นเพื่อป้องกันการสัมผัสเกินไปสู่หัวอ่าน/เขียนฮาร์ดดิสก์ตัวอื่น จากการศึกษาของ Hosaka J, Mita Y, Tsubaki K. [13] พบว่าได้มีการใช้ไฟไนต์เอลิเมนต์หาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการออกแบบ ชัสปენชันในฮาร์ดดิสก์ โดยคำนึงถึงการบิด การคด และการแกว่งของความถี่ โดยแบบจำลองของ ชัสปენชัน จิมบอล (Gimbal) สไลเดอร์ (Slider) และแอร์เบริง (Airbearing) ได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกับกรทดลองหาข้อมูลเรโซแนนซ์ ซึ่งผลที่ได้สามารถปรับปรุงให้ดีกว่าเดิม 50% โดยพิจารณาในแง่ของการเพิ่มขึ้นของสเวจและการบิด (Torsional mode) โดย Kilian S, Sander U, Talke FE. [14] พบว่าได้มีการคิดค้นระบบรองรับชัสปენชันที่สามารถทำให้ลดส่วนประกอบหัวอ่าน/เขียนฮาร์ดดิสก์ที่มีข้อบกพร่องออกมาได้ง่าย และ Budde RA. [8] พบว่ามีงานวิจัยที่แสดงถึงผลของการวิเคราะห์การสั่นสะเทือนของส่วนประกอบแอกทูเอเตอร์โดยใช้สมการหลักคือ การเสียรูปอีลาสติก (Elastic Deformation) ซึ่งใช้ไฟไนต์เอลิเมนต์ เป็นวิธีแก้ปัญหา โดย Gao F, Yap FF, Yan Y. [15] ได้มีงานวิจัยเพื่อหาวิธีการทดลองการวัดแรงกระแทกและแรงภายในของแขนแอกทูเอเตอร์ที่ทำให้ความไม่แน่นอนของการใช้เซนเซอร์หลายตัวมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งเทคนิคนี้ทำให้ได้ข้อมูลแขนแอกทูเอเตอร์ทางการทดลองที่แม่นยำและเป็นวิธีใหม่ของการสร้างแบบจำลองและพิสูจน์ความถูกต้อง ซึ่ง Fujii Y, Shu DW. [16] พบว่าได้มีการทดลองที่มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาวิธีการทำนายการเปลี่ยนตำแหน่งและการเสียหายของส่วนประกอบแอกทูเอเตอร์ระหว่างการตกเมื่อฮาร์ดดิสก์ตกลงมาจากที่สูงขณะที่กระแทกพื้นชัสปენชันจะกระแทกขึ้นลงอย่างรวดเร็วในเวลาสั้นๆซึ่งจะทำให้ส่วนประกอบแอกทูเอเตอร์เกิดความเสียหาย ความแข็งแรงของไพอทแบริง (Pivot Bearing) จะมีความสำคัญมากสำหรับการทดสอบการตก เพื่อให้ง่ายจึงมีการจำลองระบบโดยใช้คานาคิดสปริงบิด และสปริงเลื่อนที่ปลายคานาเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของความแข็งแรงของไพอทแบริงต่อการตอบสนองทางไดนามิกของแขนแอกทูเอเตอร์ จากผลงานวิจัยของ Bao JS, Dong WS, Wang S, Luo J, Meng H, Quock Ng, Lau JHT, Zambri R. [17] พบว่าค่าการเสียรูปของเบสเพลท (Baseplate) จากกระบวนการ สเวจโดยใช้วิธีการเชิงตัวเลขด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

มีผลลัพธ์ที่ดีใกล้เคียงกับค่าการเสียรูปของเบสเพลทที่ได้จากการวัดจากชิ้นงานจริง ซึ่ง Kenichiro A, Keiji A. [18] ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างค่ากรั้มโหลดกับปัจจัยต่างๆ จากค่าระยะเผื่อในชุดประกอบหัวอ่าน/เขียนสำเร็จ และความสัมพันธ์นั้นจะถูกสร้างออกมาเป็นสมการ Math Modeling เพื่อนำสมการนี้มาใช้ในการหาระยะเผื่อได้อย่างถูกต้อง และสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากค่าระยะเผื่อในกระบวนการการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ [19]

จะเห็นได้ว่ามีการศึกษาปัจจัยเกี่ยวกับการเสียรูปของแกนแอกทูเอเตอร์ หลายรูปแบบ ซึ่งแตกต่างกันออกไป แต่ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์มาช่วยวิเคราะห์ผลของกระบวนการดิสเวจอยู่น้อยมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์มาช่วยในการวิเคราะห์การเสียรูปของแกนแอกทูเอเตอร์ที่เกิดจากผลของกระบวนการดิสเวจ โดยทำการศึกษาถึงขนาดของแรงกด และมุมของใบมีดอุปกรณ์ดิสเวจที่ทำให้แกนแอกทูเอเตอร์เสียรูปน้อยที่สุดระหว่างกระบวนการดิสเวจเพื่อให้แกนแอกทูเอเตอร์สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดต้นทุนการผลิตฮาร์ดดิสก์