**Arduino IDE Documentation**

Logo

Description automatically generated

**สมาชิกกลุ่ม**

1. 61015004 ว่าที่ ร.ต กฤษณะ วิปันเขตร์
2. 63015049 นาย ณัฐพล สุขสมรูป
3. 63015097 นาย นวัต การสำเริง
4. 63015108 นาย ปริทัศน์ วิลัยขำ
5. 63015121 นาย พศิน จันทรทัน
6. 63015208 นาย อภิสิทธิ์ ทับแสง

**Github source code:** [Arduino/Arduino: open-source electronics platform (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino)

**Arduino คืออะไร?**

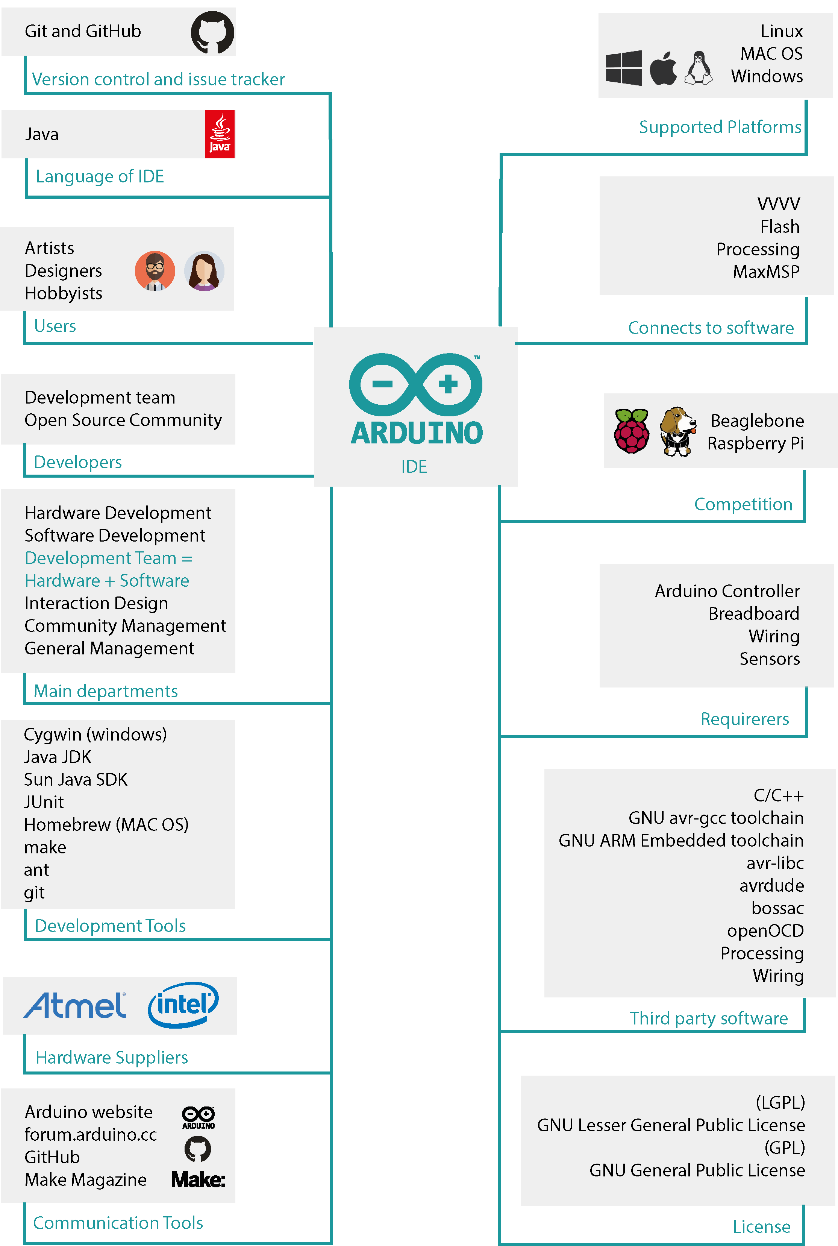
Arduino คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ชนิดหนึ่ง ซึ่งหมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุม หรืออ่านค่าบางสิ่ง ถ้าให้เปรียบเทียบมันก็คือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กนั่นเอง แต่มีราคาที่ถูกกว่าคอมพิวเตอร์มาก ซึ่งค่าว่า Arduino นั้นไม่ใช่ชื่อของไมโครชิพ (Microchip) เป็นแค่เพียงชื่อแบรนด์ที่ออกแบบรูปทรงและเพิ่มอุปกรณ์เสริมเข้าไปบนบอร์ดเพื่อให้เราใช้งานได้ง่ายขึ้น เช่น ช่องสำหรับเสียบ USBช่องเสียบสายสัญญาณ ชุดแปลงไฟฟ้าก่อนเข้าไปเลี้ยงบอร์ด เป็นต้น

Graphical user interface

Description automatically generated with low confidence

(อ้างอิงจาก [Arduino คืออะไร](https://www.arduino2robot.com/article/1/arduino-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3#:~:text=Arduino%20%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%20%E0%B9%84%E0%B8%A1%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B9%82%E0%B8%97%E0%B8%A3%E0%B8%A5%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%20(Microcontroller,%E0%B8%95%E0%B8%B1%E0%B8%A7%E0%B8%AD%E0%B8%A2%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%20arduino%20board%20%E0%B8%A3%E0%B8%B8%E0%B9%88%E0%B8%99%20UNO) )

**Arduino IDE คืออะไร?**



Context view: [Arduino · Delft Students on Software Architecture: DESOSA 2017 (gitbooks.io)](https://delftswa.gitbooks.io/desosa-2017/content/arduino/chapter.html)

IDE ย่อมาจก (Integrated Development Environment) คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนา หรือตัวช่วยต่าง ๆ ที่จะคอยช่วยเหลือ Developer หรือช่วยเหลือคนที่พัฒนา Application เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่าง ๆ เร็วมากขึ้น ซึ่ง Arduino IDE เป็นโปรแกรม Open source ทำหน้าที่ ติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นระบบ Windows, Mac OS X หรือ Linux กับ บอร์ด Arduino ซึ่งโปรแกรมนี้ออกแบบให้ง่ายต่อการเขียนโค้ด และ อัปโหลดลดโปรแกรมที่เราเขียนเข้าสู่บอร์ด Arduino

**Module structure and organization**

โดยตัว file ต่างๆ จำนวนมากและมีความซับซ้อนของตัว Code ที่ค่อนข้างมาก ทาง team Developer เองก็ได้ทำการจัดระเรียบส่วนต่างๆ ไว้เป็น Module เพื่อใช้ง่ายต่อการเข้าถึงไว้ดังนี้

|  |  |
| --- | --- |
| Module | หน้าที่ |
| app | เก็บในส่วนของ Graphical User-Interface (GUI) |
| arduino-core | เก็บในส่วนของ ไฟล์หลักต่างๆ ของ IDE |
| build | ใช้ในการ building ตัว Arduino IDE เพื่อ test |
| hardware | Hardware ต่างๆที่ IDE รองรับ |
| libraries | เก็บพวก standard libraries ต่างๆที่ต้องใช้งาน |

**Architecture ของ Arduino IDE**

Software Architecture Styles ที่มีลักษณะตรงกับ Arduino IDE คือ

**Layer**

Graphical user interface

Description automatically generated

ถ้าเป็นทางตัว UML class Diagram อาจจะมองเห็น Software Architecture Styles ได้ยากจึงได้ทำแบบ module view ออกมาก็สามารถเห็นได้เลยว่ามีการทำงานที่เป้นลำดับชั้น เริ่มจากการทำ data access layer ที่เป็นส่วนของการเข้าถึงทรัพยากรต่างๆ แล้วส่งต่อการทำงานไปให้ applications layer ที่เป็นส่วนของการประมวลผลหลักที่มี interacts กับผู้ใช้ จากนั้นก็ส่งให้กับ Presentation layer ทำการแสดงผลกับผู้ใช้

**แต่** ก็มีความเป็นไปได้อีกส่วนหนึ่งคือ Software Architecture Styles แบบ **MVC**

**MVC (Model View Control)**

โดยเดิมนั้น MVC เองก้เหมาะสมกับการทำ Software ที่ต้องมี Interacts ต่างๆ กับทางผู้ใช้อยู่แล้ว เพราะเช่นนั้นจึงคิดว่า MVC ก็อาจจะเป็น 1 ใน Software Architecture Style ของ software นี้เช่นกัน โดยทาง Model เราก็จะให้เป็นส่วนของการเข้าถึงทรัพยากรต่างๆ โดยถูกสั่งมาโดยฝั่ง Control ที่ interacts กับผู้ใช้อยู่ และแสดงผลการทำงานต่างๆ ผ่าน View

**UML ของ Arduino IDE :** [**ARCHSTYLE**](https://kmitlthailand-my.sharepoint.com/personal/63015121_kmitl_ac_th/Documents/ARCH%20STYLE%20TO%20LIEW)

A screenshot of a computer

Description automatically generated with medium confidence

Full Ver. : <https://drive.google.com/drive/folders/1jydK1zOL0cX2TNmblo78tsF8g3a-HwT1?usp=sharing>

**Quality Attributes ของ Arduino IDE**

1. **Portability**

เนื่องจาก Arduino ได้มีการทำการ Compile ตัวโปรเจค Arduino ไว้รองรับการทำงานแบบ 32-bit และ 64-bit ดังนั้น Arduino IDE จึงสามารถนำไปทำงานทั้งระบบ Windows, OS X และ ระบบปฏิบัติการ Linux หลาย ๆ ตัวที่ได้รับความนิยมได้ ทั้งสถาปัตยกรรม CPU อื่นเช่น ARM อีกด้วย นอกจากนี้ ยังรองรับการใช้กับ Arduino board ทุกๆบอร์ด

**Tactic for achieve Portability**

Arduino IDE ได้มีการพัฒนาโดยใช้ภาษา Java ซึ่งเป็นภาษาที่รองรับสำหรับ Compilers ที่สามารถรันได้บน Platforms ต่างๆมากมายที่มีการรองรับตัวภาษานี้อยู่

**Proof of Evidence**

Graphical user interface, text, application

Description automatically generated

Ref : [Software | Arduino](https://www.arduino.cc/en/software)

[Arduino IDE 1 | Arduino Documentation | Arduino Documentation](https://docs.arduino.cc/software/ide-v1)

[Arduino/Arduino: open-source electronics platform (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino)

1. **Modifiability**

เนื่องจาก Arduino IDE นั้นได้มีการรองรับ Third-Party Hardware ที่ไม่ใช่จากทาง Arduino เองซึ่งทำให้ต้องมีการ ออกแบบ ให้ตัว IDE รองรับ libraries อื่นที่ไม่ใช่จากฝั่งของ Arduino เอง และอีกส่วนหนึ่งคือเรื่องของการใช้ custom theme ตัว IDE นี้สามารถนำเข้า custom theme จากผู้ใช้อื่นที่สร้างขึ้นมาได้อีกด้วย

**Tactic for achieve modifiability**

ทาง Arduino ได้มีการทำข้อแนะนำในการ add library ที่เป็น Third-Party ให้ทำผู้ใช้ที่ต้องการและได้มีการแจก document platform-specification ที่มีไว้เพื่อ ให้ผู้ที่ต้องการ พัฒนา Third-Party library นั้นทราบถึงข้อมูลจำเพาะบางอย่างหรือข้อมูลที่จำเป็นเป็นต่อการพัฒนาเพื่อให้สามารถนำมาใช้ร่วมกับ IDE ของทาง Arduino ได้ง่ายมากขึ้น

**Proof of Evidence**

Text

Description automatically generated

Ref : [Overview of the Arduino IDE 1 | Arduino Documentation | Arduino Documentation](https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/Environment#third-party-hardware)

[Platform specification - Arduino CLI](https://arduino.github.io/arduino-cli/0.21/platform-specification/)

[Use a custom theme for Arduino IDE 1.8 – Arduino Help Center](https://support.arduino.cc/hc/en-us/articles/4408893497362-Use-a-custom-theme-for-Arduino-IDE-1-8)

1. **Usability**

Arduino IDE มีการใช้งานที่แพร่หลายในหลากหลายพื้นที่ และหลากหลายระดับ สิ่งหนึ่งที่ทำให้ Arduino IDE เป็นที่นิยมมากคือ ตัว UI ที่สามารถเข้าใจได้ง่ายและสามารถใช้ custom theme ในการปรับแต่งรูปแบบให้สะดวกกับตัวผู้ใช้มากที่สุด และ Tool ต่างๆหรือ Function ต่างๆ ก็มีการทำ Document ออกมาอธิบายให้ผู้ใช้ได้รับข้อมูลการทำงานเป็นจำนวนมาก และฝั่งผู้ใช้เองก็สามารถปรับเปลี่ยน Library ของตัว broad ในการ compile ได้เองอย่างง่ายดาย

**Tactic for achieve usability**

ทาง Arduino ได้มีการออกแบบ หน้า UI โดยผู้พัฒนาจำนวนมากซึ่ง ต่างเคยใช้ IDE อื่นๆ มาก่อน จึงถือได้ว่าก็เป็น User เช่นกันจึงอออกแบบ UI ให้เหมาะสมที่สุด ง่ายต่อการใช้งาน รวมไปถึงการ มีภาษาต่างๆให้เลือก(ยังไม่มีภาษาไทย)

**Proof of Evidence**

**Graphical user interface, text, application

Description automatically generated**Graphical user interface, text, application

Description automatically generated

Ref : [Overview of the Arduino IDE 1 | Arduino Documentation | Arduino Documentation](https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/Environment#language-support)

[Arduino/Arduino: open-source electronics platform (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino)

[Use a custom theme for Arduino IDE 1.8 – Arduino Help Center](https://support.arduino.cc/hc/en-us/articles/4408893497362-Use-a-custom-theme-for-Arduino-IDE-1-8)

1. **Interoperability**

ตัว Arduino IDE เองนั้นมีอีกความสามารถหนึ่งนั้นก็คือการที่สามารถเชื่อมต่อกับ Software อื่นภายนอกได้ (Third party software) เช่น Flash, VVVV, Processing หรือ Max/MSP ที่จะถูกเรียกใช้บางครั้งในตอนที่อยู่ในช่วงเวลา run-time

**Tactic for achieve interoperability**

การที่ตัว Arduino IDE เองนั้นเป็น Open source จึงทำให้มีผู้พัฒนาที่มีความเชี่ยวชาญจากหลากหลายด้าน บางส่วนเล็งเห็นตัวประโยชน์ของการทำการเชื่อมต่อกับ Third party software และรับฟัง feedback จากผู้ใช้หลายๆคนเพื่อสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ให้ได้มากที่สุด

**Proof of Evidence**

**Text

Description automatically generated with low confidence**

อ้างอิง : [Arduino · Delft Students on Software Architecture: DESOSA 2017 (gitbooks.io)](https://delftswa.gitbooks.io/desosa-2017/content/arduino/chapter.html)

**จุดอ่อนของ Architecture MVC**

**Testability**

จุดอ่อนของ Architecture **MVC** Testability ที่ใช้อยู่คือข้อจำกัดในเรื่องของการที่ สามารถ Test ได้ยากเนื่องจากการที่ทุกส่วนมีการเชื่อมต่อกันหมดจึงทำให้การ test เฉพาะส่วน รวมไปถึงทรัพยากรของเครื่องในการ test เอง

**Tactic for achieve Testability**

เพื่อที่จะลบปัญหาในจุดนี้ ทาง Arduino ได้ทำสร้างตัว test แยกแต่ละส่วนเอาไว้ให้สำหรับผู้ที่ต้องการพัฒนาโดยเฉพาะ เพื่อที่จะรองรับปัญหาในด้านนี้ คล้ายกับการทำ sandbox และมีการกำหนด ทรัพยากรขั้นต่ำ เอาไว้

Text

Description automatically generated

Reference: [Testing Arduino · arduino/Arduino Wiki (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/wiki/Testing-Arduino)

**Design Pattern ของ Arduino IDE**

1. **Null Object**

**Diagram

Description automatically generated**

Null Object อกแบบมาเพื่อทำหน้าที่เป็นค่าเริ่มต้นของ Object โดยเสนอทางเลือกทดแทนที่เหมาะสมให้กับค่าเริ่มต้น

ในที่นี้ก็คือ class ที่ชื่อว่า ContributionsSelfCheck ซึ่งถ้าหากมีการเรียกคลาสขึ้นมา ก็จะมีการสร้าง Object ContributionsSelfCheck ขึ้นมาโดยภายในก็จะมี Attribute ที่ชื่อ progressListener อยู่ โดยตัว progressListener เองจะมีค่าเป็น NoopProgressListener หรือเป็น Null object นั้นเอง ซึ่งถ้าจะทำการปรับเปลี่ยนตัว progressListener ให้เป็น object อื่นก็จะไปทำที่ method updateContributionIndex และ updateLibrariesIndex

**Code**

ContributionsSelfCheck.java(68 เรียกใช้ progressListener = new NoopProgressListener

211-220 เปลี่ยนแปลง progressListener ให้ update)

NoopProgressListener.java

[Arduino/NoopProgressListener.java at 57a931c9c4c084057417837239ad8136f8a7b1aa · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/57a931c9c4c084057417837239ad8136f8a7b1aa/arduino-core/src/cc/arduino/contributions/NoopProgressListener.java)

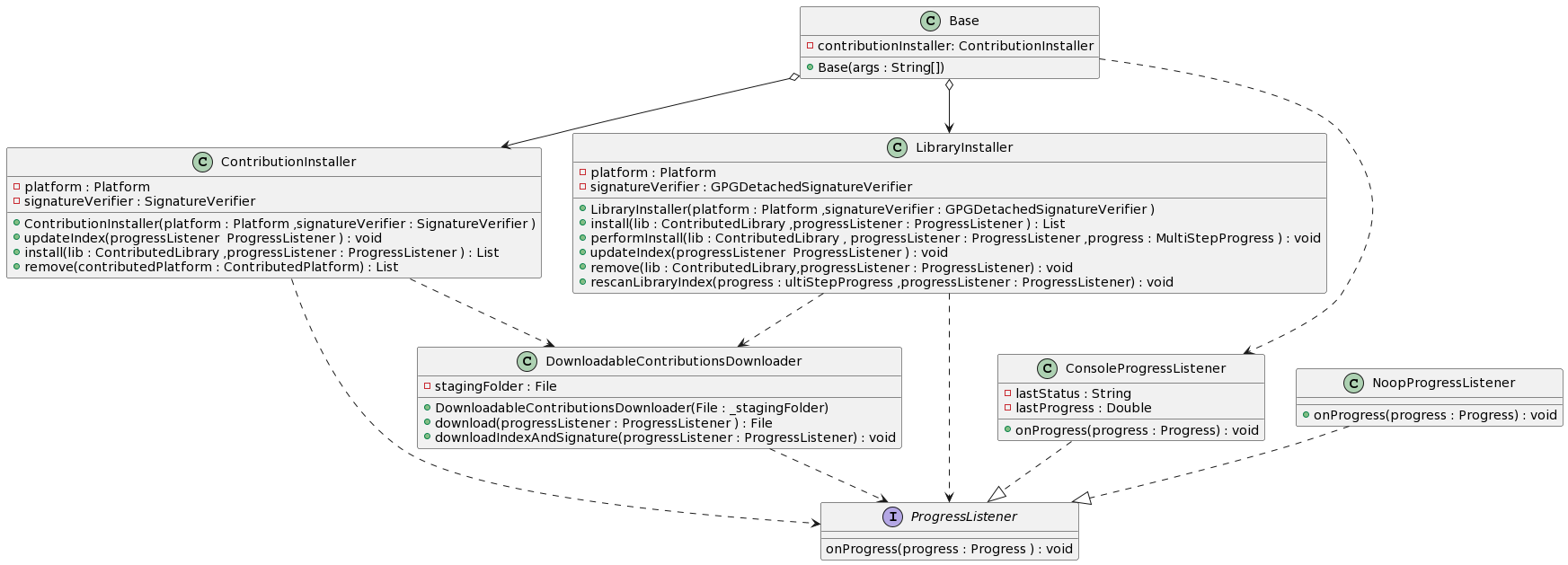
ProgressListener.java(Interface)

[Arduino/ProgressListener.java at 57a931c9c4c084057417837239ad8136f8a7b1aa · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/57a931c9c4c084057417837239ad8136f8a7b1aa/arduino-core/src/cc/arduino/contributions/ProgressListener.java)

ConsoleProgressListener(34-51)

[Arduino/ConsoleProgressListener.java at 57a931c9c4c084057417837239ad8136f8a7b1aa · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/57a931c9c4c084057417837239ad8136f8a7b1aa/arduino-core/src/cc/arduino/contributions/ConsoleProgressListener.java)

1. **Observer**



นี้จะเป็นการออกแบบเพื่อสร้างการติดต่อรับข้อมูลกันแบบ one to many ซึ่งเหมาะสมกับงานประเภทที่ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงส่วนหนึ่งของการทำงานก็ต้องแจ้ง เกือบทุกส่วนว่ามีการเปลี่ยนแปลง

ซึ่งใน Arduino IDE นั้นมีการให้เลือก Library ในการ compile and verify รวมไปถึงการเลือกตัว Broad ที่ทำการเลือกเข้ามาใช้ หรือ แม้กระทั้งการติดตั้ง Library เพิ่มเติมจากเดิม ทั้งหมดที่กล่าวมาจ้องมรการแจ้งเตือนเพื่อนให้ส่วนอื่นนั้นมีการปรับเปลี่ยนให้สามารถรับการเปลี่ยนแปลงได้

**Code**

Base.java -> 96,294,312,341,345 (Base o--> ContributionInstaller)

-> 354,295,97,391,389 (Base o--> LibraryInstaller)

-> 310 (Base ..> ConsoleProgressListener)

[Arduino/Base.java at 18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17 · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17/app/src/processing/app/Base.java)

ContributionInstaller.java -> 73,132,154,280-303 (ContributionInstaller ..> ProgressListener)

-> 92,100,108,283(ContributionInstaller ..>DownloadableContributionsDownloader)

[Arduino/ContributionInstaller.java at 18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17 · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17/arduino-core/src/cc/arduino/contributions/packages/ContributionInstaller.java)

LibraryInstaller.java -> 66,107,113,125,161,180,189,197,199(LibraryInstaller ..> ProgressListener)

-> 69,89,144,148(LibraryInstaller ..> DownloadableContributionsDownloader)

[Arduino/LibraryInstaller.java at 18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17 · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17/arduino-core/src/cc/arduino/contributions/libraries/LibraryInstaller.java)

ProgressListener.java -> 34-38 (Subscribe Interface)

[Arduino/ProgressListener.java at 18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17 · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17/arduino-core/src/cc/arduino/contributions/ProgressListener.java)

ConsoleProgressListener.java -> 34 (ConsoleProgressListener ..|> ProgressListener)

39-50 (update)

[Arduino/ConsoleProgressListener.java at 18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17 · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17/arduino-core/src/cc/arduino/contributions/ConsoleProgressListener.java)

NoopProgressListener.java -> 34 (NoopProgressListener ..|> ProgressListener)

37-39 (update)

[Arduino/NoopProgressListener.java at 18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17 · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17/arduino-core/src/cc/arduino/contributions/NoopProgressListener.java)

DownloadableContributionsDownloader.java -> 59,85,129,141,149,195 (DownloadableContributionsDownloader ..> ProgressListener)

[Arduino/DownloadableContributionsDownloader.java at 18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17 · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17/arduino-core/src/cc/arduino/contributions/DownloadableContributionsDownloader.java)

1. **Façade**

Graphical user interface, application

Description automatically generated

Façade ออกแบบไว้ใช้แก้ปัญหาการที่ต้องทำงานหลายๆอย่าง ให้สามารถเรียกใช้ได้ด้วยคำสั่งเดียว โดยที่ไม่ต้องทำการเรียก คลาสที่เหลือ หรือ subclass ต่างๆมาด้วยตัวเอง

เช่นในที่นี้ Base มีการเรียกใช้ method จากหลากหลาย Editor class เช่น EditorHeader , EditorConsole เป็นต้น ซึ่งถ้าหากไม่มีการทำเป็น Façade ก็ได้แต่ก็ทำให้การเรียกใช้นั้นซับซ้อนมากขึ้น เพราะจำนวนของ Editor class ที่มีเยอะและการเลือกใช้งานที่ดูคล้ายกันไปหมด ดังนั้นแทนที่ base class จะไปเรียกใช้ทีละตัวเอง ก็สามารถเรียกใช้ผ่าน class Editor เพื่อให้เกิดความง่ายและ ลดความซับซ้อนของการทำงานเองด้วย

**Code(เนื่องจากมีการทำงานที่หลากหลาย จึงขอยกตัวอย่างมา 1 การทำงาน)**

Base (1942 - เรียกใช้ Editor - applyPreferences)

[Arduino/Base.java at 18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17 · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17/app/src/processing/app/Base.java)

Editor (306,309,316,319,325 – = new Editor class ต่างๆเข้ามา)

(491-502 –เป็นการเรียกใช้ applyPreferences ของ EditorTab)

[Arduino/Editor.java at 18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17 · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17/app/src/processing/app/Editor.java)

EditorTab (289)

[Arduino/EditorTab.java at 18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17 · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17/app/src/processing/app/EditorTab.java)

EditorConsole (120)

[Arduino/EditorConsole.java at 18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17 · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17/app/src/processing/app/EditorConsole.java)

EditorHeader

[Arduino/EditorHeader.java at 18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17 · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17/app/src/processing/app/EditorHeader.java)

EditorLineStatus

[Arduino/EditorLineStatus.java at 18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17 · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17/app/src/processing/app/EditorLineStatus.java)

EditorStatus

[Arduino/EditorStatus.java at 18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17 · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17/app/src/processing/app/EditorStatus.java)

EditorToolbar

[Arduino/EditorToolbar.java at 18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17 · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/18f55445ab95b193671306688f2a8f4877e95e17/app/src/processing/app/EditorToolbar.java)

1. **Command**

**Diagram

Description automatically generated**

เป็น pattern เกี่ยวกับ “คำสั่ง” รูปแบบเดียวกันที่ติดต่อกับระบบอื่นที่มีความหลากหลายในการควบคุม เช่น การคำสั่ง Save จะถูกเรียกโดยหลากหลายรูปแบบ เช่น การกด Key ลัด “Ctrl + C” , การกดปุ่ม Save หรือ ไปเข้า Menu > file > save เป็นต้น ทั้งหมดนี้เป็นการทำคำสั่ง Save เดียวกันแต่ต่างแค่การวิธีการเรียกใช้ ซึ่งพบได้บ่อยใน Software ที่มีส่วน GUI

Command: Tool เป็นตัวกำหนดรูปแบบคำสั่งที่ทุกๆ Command จะมีเหมือนกัน เช่น Init, run โดย subclass ของ Tool มีทั้งหมด 4 class ได้แก่ AStyle, FixEncoding, Magler และ Archiver ซึ่งจะทำงานแตกต่างกันไป

Invoker: JMenu ทำหน้าที่เป็น Invoker หรือตัวที่ใช้เก็บ Command เอาไว้ โดยวิธีการจะแตกต่างจาก Command design pattern ทั่วไปตรงที่ JMenu จะไม่ได้เก็บ Object ของ Command โดยตรง แต่จะทำการอ้างอิงถึง Path ของ Command แต่ละตัวและทำการ add เข้าไปใน Object ของ JMenu

Receiver: เป็นส่วนที่จะนำ Command ไปใช้งาน ซึ่ง Editor จะทำหน้าที่ เรียกใช้ JMenu โดยจะส่ง Object ของ Editor เองไปให้ Command แต่ละตัวเก็บไว้ เพื่อแสดงผลแต่ละ Command ให้กับ Editor ต่อไป

Client: เป็นส่วนหลักในการเรียกใช้คำสั่งทั้งหมด โดย Base จะทำหน้าที่เป็น Client ที่มี Attribute เป็น Editor โดยจะเรียกใช้งาน Editor ทันทีเมื่อมีการเรียกใช้ Base และ Editor จะไปเรียกใช้ JMenu ให้เก็บ Command แต่ละตัวเอาไว้ และ ทำการ save เป็นลำดับถัดมา เพื่อบันทึก Command แต่ละที่อยู่ใน JMenu

**Code**

Base -> 882 (Base --> Editor)

[Arduino/Base.java at master · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/master/app/src/processing/app/Base.java)

Editor -> 985-1,000 (Editor ..> JMenu)

971-983, 1908-1909 (Editor ..> Tool)

[Arduino/Editor.java at master · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/master/app/src/processing/app/Editor.java)

Tool -> 32-40 (Command Interface)

[Arduino/Tool.java at master · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/master/app/src/processing/app/tools/Tool.java)

JMenu -> (Add Command to Menu)

AStyle -> 43-93 (Command Subclass)

43 (AStyle ..|> Tool)

49 (AStyle --> Editor)

[Arduino/AStyle.java at 57a931c9c4c084057417837239ad8136f8a7b1aa · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/57a931c9c4c084057417837239ad8136f8a7b1aa/app/src/cc/arduino/packages/formatter/AStyle.java)

FixEncoding -> 37-98 (Command Subclass)

37 (FixEncoding..|> Tool)

38 (FixEncoding --> Editor)

[Arduino/FixEncoding.java at master · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/master/app/src/processing/app/tools/FixEncoding.java)

Mangler -> 39-95 (Command Subclass)

39 (Mangler ..|> Tool)

40 (Mangler --> Editor)

[Arduino/Mangler.java at 57a931c9c4c084057417837239ad8136f8a7b1aa · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/57a931c9c4c084057417837239ad8136f8a7b1aa/build/shared/tools/Mangler/src/Mangler.java)

Archiver -> 44-181 (Command Subclass)

44 (FixEncoding..|> Tool)

45 (FixEncoding --> Editor)

[Arduino/Archiver.java at master · arduino/Arduino (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino/blob/master/app/src/processing/app/tools/Archiver.java)

**อ้างอิงเพิ่มเติม**

[Arduino · Delft Students on Software Architecture: DESOSA 2017 (gitbooks.io)](https://delftswa.gitbooks.io/desosa-2017/content/arduino/chapter.html)

[The Arduino IDE (tudelft.nl)](https://se.ewi.tudelft.nl/desosa2019/chapters/arduino-ide/)

[www.ArduinoFreeloader.com/no\_help/decode\_base64](http://www.ArduinoFreeloader.com/no_help/decode_base64)

[arduino/Arduino: open-source electronics platform (github.com)](https://github.com/arduino/Arduino)

[“Massive” View Controllers or bad coding style? | by Besar | Medium](https://besari.medium.com/massive-view-controllers-or-bad-coding-style-bf2b0d57c268)

[MVC MVP MVVM คืออะไร และต่างกันอย่างไร | by Nutti Saelor | Medium](https://medium.com/@leelorz6/mvc-mvp-mvvm-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3-%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%95%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B8%AD%E0%B8%A2%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%84%E0%B8%A3-ca16a19631dc)