

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

ВИПУСКНА РОБОТА

на тему:

**«Інтелектуальна система забезпечення стійкості
курсу БПЛА в умовах нелінійних впливів
навколишнього середовища»**

**Завідувач
випускаючої кафедри**

Довбиш А.С.

Керівник роботи

Симоновський Ю.В.

Студента групи ІН – 51

Гребенюк Б.Ю.

СУМИ 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра комп'ютерних наук

Затверджую _____

Зав. кафедрою Довбиш А.С.

“ _____ ” _____ 2018 р.

**ЗАВДАННЯ
до випускної роботи**

Студента четвертого курсу, групи ІК.м-91 спеціальності “ІКТ” денної форми навчання Гребенюка Богдана Юрійовича.

Тема: “Інтелектуальна система забезпечення стійкості курсу БПЛА в умовах нелінійних впливів навколишнього середовища ”

Затверджена наказом по СумДУ

№ _____ от _____ 2018 р.

Зміст пояснювальної записки: 1) Аналіз проблеми. Постановка задачі дослідження; 2) Проектування моделі; 3) Розробка додатку;

Дата видачі завдання “ _____ ” _____ 2018 г.

Керівник випускної роботи _____ Симоновський Ю.В.

Завдання прийняв до виконання _____ Гребенюк Б.Ю.

РЕФЕРАТ

Записка: 50 стор., 6 рис., 1 додаток, 5джерел.

Об'єкт дослідження — Модель системи керування регуляторами двигунів для мультироторних БПЛА.

Мета роботи — розробка модель системи керування та демонстраційного додатку.

Результати — розроблена модель керування регуляторами двигунів мультироторним БПЛА та десктопне програмне забезпечення для перевірки моделі.

Реалізація виконана у формі десктопного застосунку для платформи Windows, створеного за допомогою мови програмування C#.

Multirotor, квадрокоптер, UAV, стабілізація дрону, YAW stability

ПЛАН

Вступ	5
1. Постанова завдання	6
1.1 Об'єкт керування – регулятори двигунів	6
1.2 Поняття нечіткої логіки	8
2. Теоретичні основи моделі керування	11
2.1 Керування на основі ПДД-регуляторів	11
2.2 Керування на основі нечіткої логіки	13
3. Практична реалізація	16
3.1 Постанова задачі	16
3.2 Принцип моделювання	16
3.3 Налаштування нечіткого регулятора	17
3.4 Результати роботи	18
ВИСНОВКИ	19
ДОДАТКИ	22

Вступ

На сьогодні все частіше БПЛА використовуються у складних та відповідальних завданнях. Те, що було іграшкою ще 5 років тому, сьогодні знаходиться на службі у військових, МНС, службах доставки. За допомогою БПЛА та дронів виконується картографування місцевості, відстеження ситуацій на дорозі, пошук людей, які потрапили у біду.

У багатьох країнах світу БПЛА ставляють на державний облік, а операторів зобов'язують проходити курси і отримувати спеціальні ліцензії. Разом з тим зростають і вимоги до надійності та безпечності самих БПЛА. Як результат, сьогодні майже всі операційні системи дронів, наприклад, не дозволяють запуск двигунів або політ у зонах аеропортів.

Однією із найважливіших систем такого апарату, що напряду впливає на безпечну та коректну експлуатацію є система стабілізації польоту та курсової стійкості. Нерідко причиною падіння, втрати курсу або «збіганням» (його ще називають «Fly away») дрону становиться збій саме системи стабілізації і стеження за курсом.

Розробка універсальної системи керування регуляторами швидкості двигунів є важливою частиною загального комплексу керування та позиціонування мультироторного апарату, що була розглянута у минулій роботі. Система курсової стійкості просто не має сенсу, якщо вона не зможе якісно відпрацьовувати керуючі сигнали. Тож створення системи керування регуляторами швидкості двигунів – задача, вирішення котрої значно вплине на якісні властивості всієї подальшої роботи та кінцевого результату в цілому.

1. Постанова завдання

Розробити математичну модель інтелектуальної системи керування регуляторами двигунів для мультироторних систем на основі нечіткої логіки.

1.1 Об'єкт керування – регулятори двигунів

Регулятори оборотів (ESC Electric Speed Controller – англ. Електронний Контролер Швидкості) – компонент мультикоптеру, основним завданням якого є передача енергії від акумулятора до безколекторного мотору. Потреба в їх застосуванні виникла внаслідок деяких особливостей БК - мотора. Справа в тому, що акумулятор віддає постійний струм, а безколекторний мотор приймає трифазний змінний струм.

На вхід ESC подається напруга з акумулятора і сигнали від польотного контролера, а на вихід регулятор віддає керуюча напруга для приводу.

Відповідно регулятор повинен забезпечувати:

- Сумісність з польотним контролером
- Максимальний струм, що необхідно для мотора (розраховується зі специфікацій мотора і пропелера) з деяким запасом $\sim + 20-30\%$.
- Споживання струму менше, ніж струм, що віддається акумулятором поділений на кількість ESC.

Оскільки регулятор обертів виконує певні перетворення з високою частотою і може бути налаштований на різні режими роботи, для нього пишуть окремий софт (прошивку). Це дозволяє виправляти минулі помилки в алгоритмах управління, створювати більш досконалі прошивки (і тим самим, наприклад, зменшувати витрати акумулятора на середньому газу) і виробляти гнучкі налаштування. У коптерах відомих компаній зміна ПО регулятора відбувається автоматично за допомогою польотного контролера. Дві найрозповсюдженіші прошивки регуляторів для мультироторних систем - SimonK і BLHeli. Давним-давно регулятори поставлялися з примітивними прошивками, написаними

виробниками, так що моделістам доводилося ставити сторонні прошивки, наприклад SimonK або BLHeli. З плином часу ці прошивки стали стандартними для більшості регуляторів, і в даний момент майже всі регулятори йдуть з уже встановленими BLHeli або SimonK.

Протоколи, що використовуються в регуляторах швидкості визначають швидкість передачі сигналу від польотного контролера до самого регулятора, а це може зробити помітно вплинути на поведінку апарату. Оригінальний (найстаріший) протокол - PWM або ШИМ, має затримку до 2 мс, а один з найшвидших - Multishot - 5-25 мкс. Далі представлений список існуючих протоколів, які підтримуються різними прошивками польотних контролерів та відповідні їм довжини сигналів (час на відправку однієї команди)(Графік на рис. 1):

- Standard PWM (1000мкс – 2000мкс)
- Oneshot125 (125мкс – 250мкс)
- Oneshot 42 (42мкс – 84мкс)
- Multishot (12.5мкс – 25мкс)
- Dshot
 - Dshot150 (106.8мкс)
 - Dshot300 (53.4мкс)
 - Dshot600 (26.7мкс)
 - DShot1200 (13.4мкс)

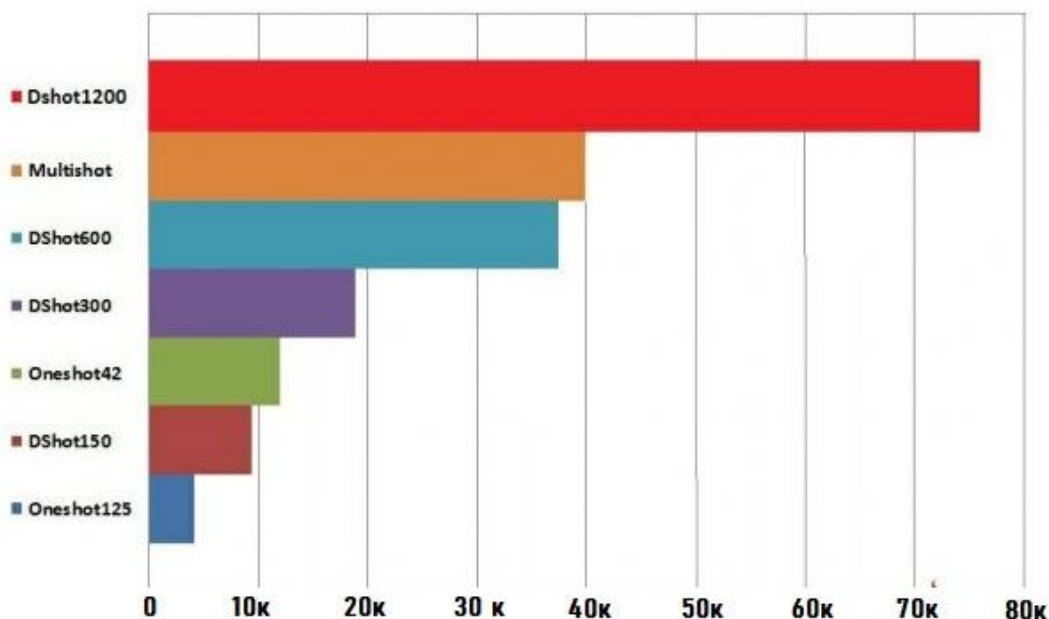


Рисунок 1 – Графік швидкості різних протоколів

1.2 Поняття нечіткої логіки

Нечітка логіка - це розділ багатозначної логіки, який базується на узагальненні класичної логіки і теорії нечітких множин, запропонованої американським математиком Лютфі Заде (Lotfi A. Zadeh) для формалізації нечітких знань, які характеризуються лінгвістичної невизначеністю. Основи теорії нечітких множин були закладені в роботі Л. Заде «Fuzzy Sets». Він же дав і назву для нової області досліджень - «нечітка логіка» (Fuzzy Logic). Предметом нечіткої логіки вважається дослідження міркувань в умовах нечіткості, розмитості, невизначеності, схожих з міркуваннями в звичайному сенсі. В даний час нечітка логіка широко застосовується в обчислювальних і інформаційних системах різного призначення, так як вона виявилася незамінною в тих випадках, коли на поставлені питання не можливо отримати чіткі відповіді або наперед невідомі всі можливі ситуації.

Нечіткими множинами, як правило, називають множину з нечіткими границями, коли перехід від належності елементів де-якій множині, до

неналежності множині чітко не визначений. У класичній логіці елемент x з відповідної предметної області належить або не належить де-якій множині M . Характеристична функція належності елемента до множини приймає лише два значення: 1, коли x дійсно належить M , і 0, коли x не належить множині M . Наприклад: будь-яка геометрична фігура або належить множині трикутників, або не належить їй. З нечіткою множиною інша справа. Тут елемент x належить множині A (де A - нечітка множина) лише з певним ступенем, тому функція належності елемента до множини може приймати будь-які значення в інтервалі $[0, 1]$, а не тільки значення 0 або 1.

Нечітка логіка стала з'явилась тоді, коли класичне поняття функції належності елемента до множини є недостатнім для розгляду ситуацій, які описуються за допомогою нечітко певних понять типу «дуже істинно», «більш-менш істинно», «не дуже хибно» і тому подібних. Подібні лінгвістичні значення представляються нечіткими множинами. Тут дихотомія розглянутої функції належності не дозволяє будь-якого елемента або належати, або я не належав даній безлічі. Таким чином, дихотомія функції належності повинна бути відкинута точно так же, як в багатозначних логіках відкидається дихотомія функції приписування істинісних значень (принцип двозначності). Тоді, за логікою Л. Заде, в основі теорії нечітких множин лежить уявлення про те, що складові елементи множини, що володіють загальною властивістю, можуть володіти цією властивістю в різних ступенях, отже, належати даній множині з різному відношенні. При такому підході висловлювання типу «елемент належить даній множині A » втрачає сенс, оскільки слід вказати, у якому відношенні елемент належить даній множині. Зазвичай ця множина відношень належності визначається нескінченною шкалою дійсних чисел від 0 до 1, тобто на інтервалі $[0, 1]$, який використовується як універсальна множина для задання лінгвістичної змінної «істинність». В цілому, це дозволяє визначити проміжні значення для таких загальноприйнятих виразів, як так | немає, істинно | помилково, чорне | біле і тому подібних. Таким чином, вирази

нечітко певних понять стало можливо формулювати математично. Потім над множиною нечітких [під]множин визначаються найпростіші логічні операції перетину « \cap », об'єднання « \cup » і доповнення « $\bar{}$ ».

Нечітка змінна характеризується набором-трійкою $\langle a, X, A \rangle$, де:

- a - ім'я змінної;
- X - універсальна множина (область визначення a);
- A - нечітка множина на X , що описує обмеження (тобто $m_A(x)$) на значення нечіткої змінної a).

Лінгвістична змінна характеризується набором-п'ятіркою $\langle b, T, X, G, M \rangle$, де:

- b - ім'я лінгвістичної змінної;
- T - множина її значень, що представляють імена нечітких змінних, областю визначення, яких є множина X . Множина T називається базовою терм-множиною лінгвістичної змінної;
- G - синтаксична процедура, що дозволяє оперувати елементами терм-множини T , зокрема, генерувати нові терми (значення). Множина T і $G(T)$, де $G(T)$ - множина згенерованих термів, називається розширеним терм-множиною лінгвістичної змінної;
- M - семантична процедура, що дозволяє перетворити нове значення лінгвістичної змінної, утвореної процедурою G , в нечітку змінну, тобто сформувану відповідне нечітку множину.

Використання символів:

- символ b використовується як для назви самої змінної, так і для всіх її значень;

- для позначення нечіткої множини і її назви використовується один символ.
- Присвоєння кількох значень символам передбачає, що контекст допускає невизначеності.

2. Теоретичні основи моделі керування

2.1 Керування на основі ПІД-регуляторів

ПІД (Пропорційно-інтегрально-диференціальний)-регулятор - пристрій, зі зворотним зв'язком, що застосовується в автоматичних системах управління для підтримки заданого значення параметра. Завдяки своїй універсальності вони широко застосовуються в різних технологічних процесах.

Основним завданням ПІД-регулятора є підтримка де-якого значення параметра певної системи на заданому рівні. Тобто, задача ПІД-регулятора полягає в тому, щоб враховуючи отримані значення з датчиків зворотного зв'язку, впливати на об'єкт управління, плавно підводячи регульоване значення до заданого. Застосовують ПІД-регулятори в процесах, де необхідна висока точність перехідних процесів, безперервний контроль і регулювання певних параметрів, де неприпустимі значні коливання в системі.

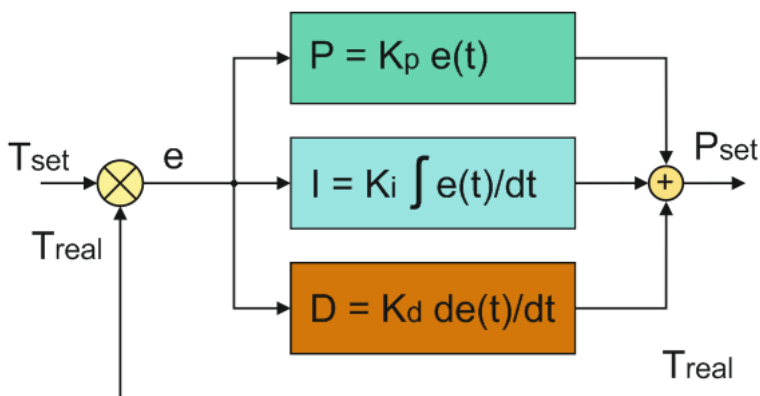


Рисунок 2 – схема ПІД-регулятора

Вихідний сигнал регулятора визначається за формулою:

$$u(t) = P + I + D = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}, \text{ де}$$

$u(t)$ – наша функція;

P – пропорційна складова;

I – інтегральна складова;

D – диференціальна складова;

$e(t)$ – поточна похибка;

K_p – пропорційний коефіцієнт;

K_i – інтегральний коефіцієнт;

K_d – диференціальний коефіцієнт.

Для виконання розрахунків за допомогою мікроконтролеру стандартний вигляд формули не є оптимальним. В такому випадку переходять до дискретної реалізації, яка має наступний вигляд:

$$u(t) = P(t) + I(t) + D(t);$$

$$P(t) = K_p * e(t);$$

$$I(t) = I(t - 1) + K_i * e(t);$$

$$D(t) = K_d * (e(t) - e(t - 1)).$$

Кожна складова функції вносить корективи відповідно до різних зовнішніх факторів, що впливають на систему:

- Пропорційна складова - враховує величину неузгодженості заданого значення з фактичним. Пропорційна складова намагається компенсувати цю різницю и чим більше буде відхилення значення, тим більше буде вихідний сигнал;

- Інтегральна складова - використовується для усунення статичної помилки. Помилка компенсується з урахуванням суми значень попередніх помилок. Помилка неузгодженості множитья на коефіцієнт інтегрування і додається до попереднього значення інтегрування. При досягненні системою необхідного режиму, інтегральна складова перестає змінюватися і не вносить значного впливу системі. На практиці інтегральна складова являє затримку реакції регулятора на зміну величини неузгодженості, вносячи в систему де-яку інерційність, що необхідно у керуванні системою з великою чутливістю;
- Диференціальна складова - використовується для протидії прогнозованим похибкам, що викликаються моментальними «оціпеніннями» системи або запізненнями. Диференціальна складова враховує швидкість зміни регульованої величини. Чим більше буде величина відхилитися від заданої, тим сильніше буде корегуватися значення диференціальною складовою. При досягненні постійної величини неузгодженості, диференціальна складова перестає впливати на керуючий сигнал.

На практиці будь-яка зі складових може не використовуватися (найчастіше Д-диференціальна) і тоді ми отримуємо П- або ПІ-регулятор.

ПІД-регулятори знайшли широке застосування в системах автоматичного управління завдяки досить високим результатам, однак системи керування польотом на їх базі не задовольняють встановленим вимогам тому, що для розрахунків вони потребують точної моделі об'єкту керування та факторів впливу, чого для БПЛА у реальних умовах отримати неможливо.

2.2 Керування на основі нечіткої логіки

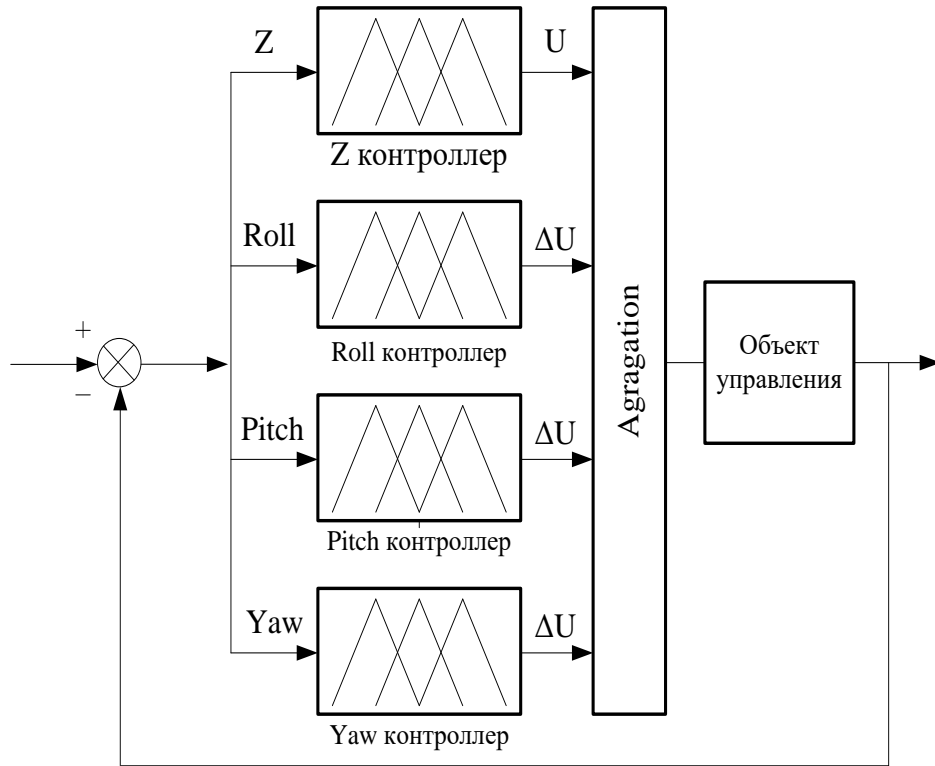
При застосуванні апарату нечіткої логіки ми маємо можливість використовувати узагальнені стандартні данні та початкові параметри, основані

на попередньому досвіді без необхідності створення точної математичної моделі апарату та зовнішніх впливаючих факторів. До недоліків можна віднести необхідності підбору де-яких початкових параметрів, що значить необхідність використання ітераційного процесу при створенні регуляторів. Це зумовлено не занадто високими вимогами до інформаційної забезпеченості систем керування, для яких синтезуються нечіткі регулятори.

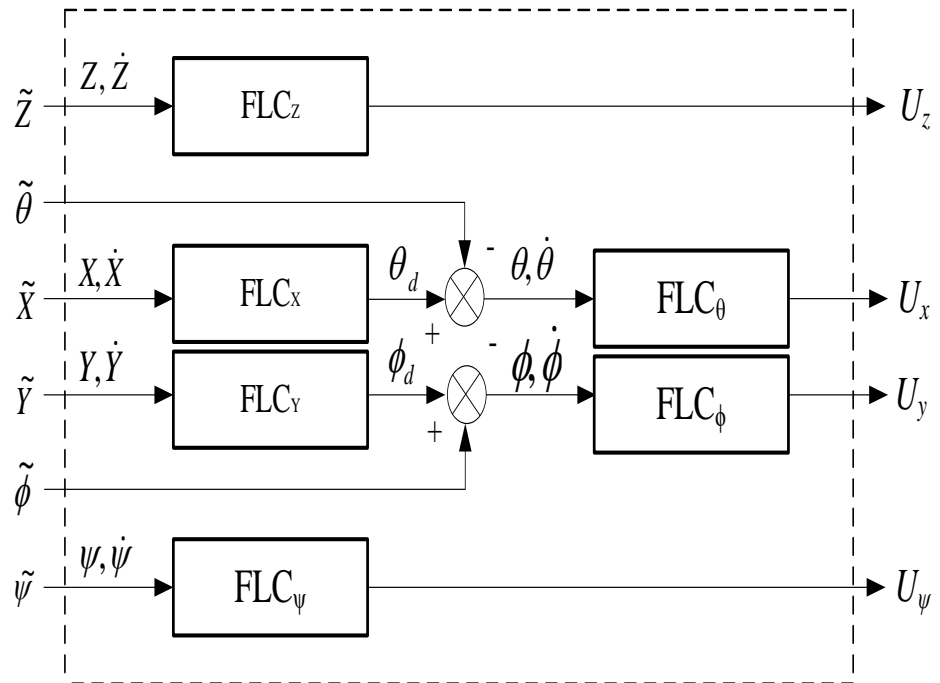
Застосування нечіткої логіки при проектуванні системи керування мультироторними системами можливе у два принципово різних способи. У першому способі за допомогою принципів нечіткої логіки проектується класифікатор ситуацій, що визначає цілі функціонування системи. Другий спосіб більш традиційний і заснований на безпосередньому регулюванні змінних об'єкта управління. Незважаючи на зазначені відмінності зазначені способи схожі між собою.

У регулятор, що зображений на рис. 3а входить чотири рівнозначних контролерів на основі нечіткої логіки, які видають загальний керуючий сигнал на управління U та вносячи відповідні корективи коефіцієнтів кожної змінної: тангажу - Pitch, обертання - Roll, нишпорення - Yaw та ΔU по ПІД-подібному закону. Обчислення вихідних керуючих корекцій для кожного двигуна здійснюється в блоком «Agregation», який підсумовує значення виходів регуляторів.

На рис. 3б, зображений регулятор на нечіткій логіці за другим принципом. Його особливість в тому, що він здійснює прогнозування та керування одночасно. Контролери FLC_z, FLC_ψ обраховують керуючі сигнали впливу U_z , $U_ψ$ базуючись на вхідних величинах регулятора. Контролери FLC_x, FLC_у класифікують ситуацію на основі вхідних значень регулятора і видають необхідні значення кута тангажу θ_d і повороту ϕ_d , які надалі використовуються для отримання вхідних сигналів для FLC_θ, FLC_φ.



а)



б)

Рисунок 3 - схеми регуляторів на нечіткій логіці

Отже, регулятори на основі нечіткої логіки можуть виконувати керування апаратом без чіткої математичної моделі останнього, але потребують де-яких початкових даних, отриманих заздалегідь, або прорахованих до початкового запуску ітераційним методом. Це значно поліпшує чіткість та плавність керування, в порівнянні з класичними регуляторами на принципах чіткої логіки.

3. Практична реалізація

3.1 Постанова задачі

Створити модель для стабілізації квадрокоптера. Створити прототип додатку, який включатиме модель системи керування. Вимоги до програмного продукту:

1. Запускається як десктопний застосунок.
2. Дає можливість увести коефіцієнти ПД регулятора.
3. Має спроектовану модель системи керування на нечіткій логіці, як модуль.
4. Симулює процес за певний проміжок часу з вказаною частотою дискретизації.
5. Надає данні про точність швидкість зміни значень.

3.2 Принцип моделювання

Моделювати ми будемо відпрацювання єдиного зовнішнього імпульсу. У початковий момент часу система знаходиться в нульовому стані. У момент часу 1 сек. система піддається зовнішньому імпульсу, яке стрибком змінює вихідну величину об'єкта управління. Завдання системи - швидко компенсувати обурення і привести систему в початкове, стійкий стан.

Для аналізу ефективності ми будемо порівнювати результати з еталонним ПД-регулятором.

3.3 Налаштування нечіткого регулятора

Нечіткий регулятор повинен повернути систему після стрибка на 1 настільки можливо швидко назад, до нульового стану. В якості вхідних параметрів у нас буде саме відхилення і швидкість зміни відхилення.

Вхідні сигнали відхилення і швидкість зміни відхилення, проходячи через блоки фазифікація, розкладаються на три терма кожен. За допомогою функцій належності Гаусса.

- Відхилення - більше, норма, менше.
- Швидкість зміни - зростає, не змінюється, падає.

Регулятор буде видавати вплив, коли з'являється відхилення, а так само коли швидкість зміни регулятора показує, що відхилення буде збільшуватися (навіть якщо в даний момент воно в нормі).

База правил для регулятора:

- якщо відхилення більше або (відхилення норма (0) і швидкість зростає), то вплив більше.
- якщо відхилення в нормі, то вплив 0.
- якщо відхилення менше або (відхилення норма (0) і швидкість падає), то вплив менше.

Фазифікація вхідних змінних здійснюється за допомогою функції Гаусса. Щоб скоротити кількість параметрів змінних, приймаємо діапазон зміни вхідних змінних і виходу регулятора симетричний щодо 0, тоді досить одного числа для завдання діапазону фазифікація. Для настройки такого регулятора нам необхідно визначити всього три числа:

- u_{Max_1} - максимальне значення виходу регулятора;
- δ_{Max_1} - максимальне відхилення;

- $divMax_1$ - максимальне видане.

Для формування параметрів фазифікація ми ділимо діапазон ($-uMax_1 \dots uMax_1$) на три частини і отримуємо вектор вершин $[-uMax_1, 0, uMax_1]$, а в якості середньоквадратичного відхилення вибираємо відстань між вершинами, поділене на 2. (див. Попередній текст, де ми експериментували з параметрами функції фазифікація).

3.4 Результати роботи

При запуску програми відкривається основне вікно(Рис 3.1). В ньому ми можемо задати коефіцієнти ПД-регулятора та частоту дискретизації.

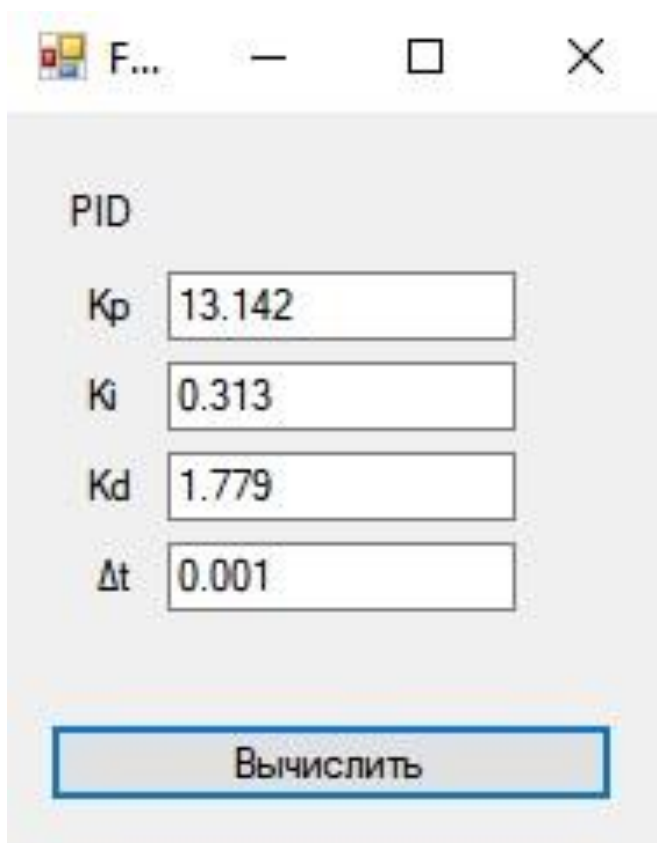


Рисунок 3.1 – Основне вікно програми

Після натискання на кнопку відкривається вікно результатів(рис. 3.2).

В ньому приводяться графіки для кожного типу регуляторів, вказані час вирівнювання значення та помилка результуючого сигналу відповідно до ідеального.

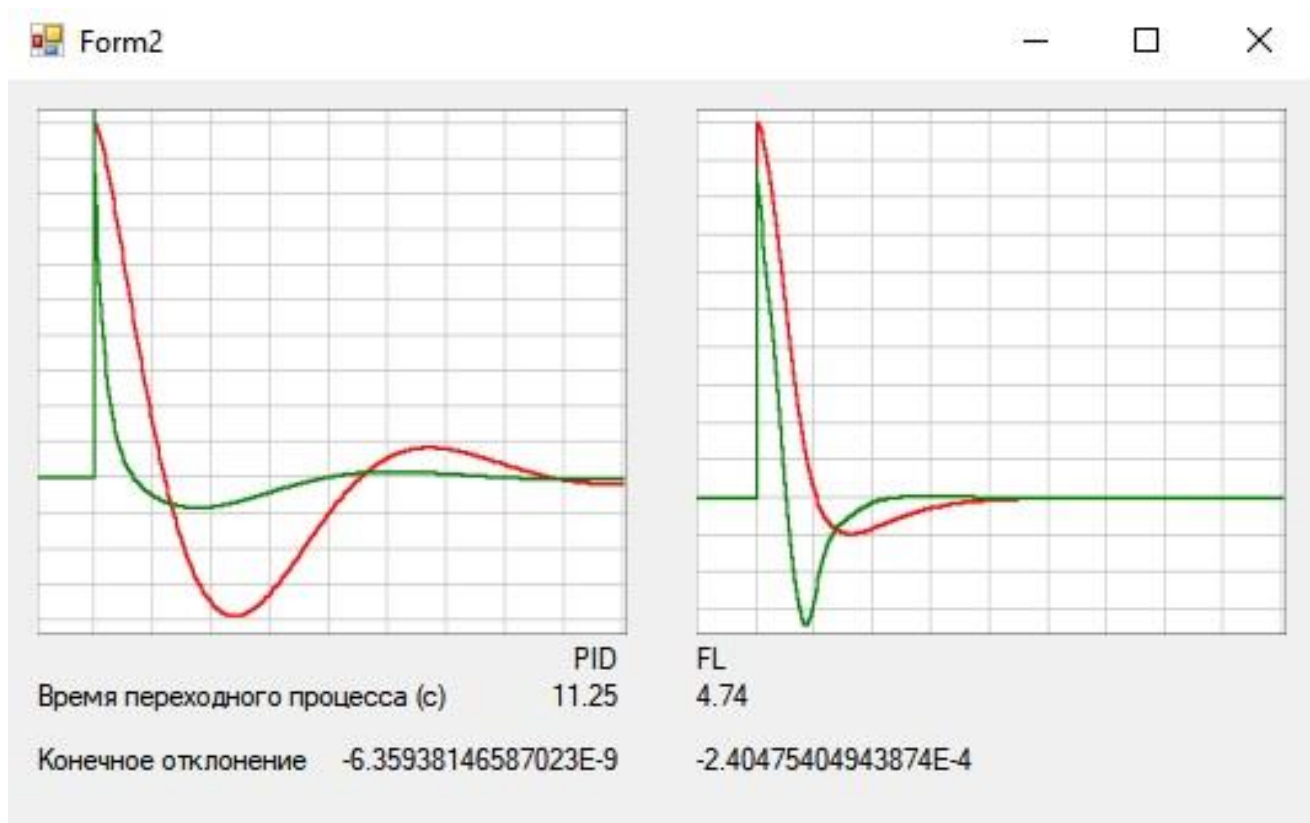


Рисунок 3.2 – Вікно з результатами

ВИСНОВКИ

Було проведено аналіз поставленої задачі, спроектовано та реалізовано прототип додатку з моделюванням відпрацювання зовнішнього впливу різними типами регуляторів.

Реалізація додатку була виконана за допомогою мови програмування C#. Результуючий продукт відповідає поставленим вимогам, має відповідний функціонал.

Створений інформаційний продукт використовується для встановлення найбільш вигідного варіанту керування.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2017. №3. Режим доступа:<http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html>.
2. Белинская Ю.С. Реализация типовых маневров четырехвинтового вертолета. Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2016. №4. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/551872.html>.
3. Dikmen I.C., Arisoy A., Temeltas H. Attitude control of a quadrotor. 4th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 20198 Pp. 722-727.
4. Luukkonen T. Modelling and Control of Quadcopter. School of Science, Espoo, August 22, 2017. P. 26. Режим доступа: http://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf.
5. Zhao W., Hiong Go T. Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. Journal of the Franklin Institute. Vol.351, Issue 3, March 2016. Pp. 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021
6. Bouadi H., Tadjine M. Nonlinear Observer Design and Sliding Mode Control of Four Rotors Helicopter. World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 25, 2017. Pp. 225-229.
7. Madani T., Benallegue A. Backstepping control for a quadrotor helicopter. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2016. Pp. 3255-3260.
8. Murray R.M., Li Z, Sastry S.S. A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation. SRC Press, 2014. P. 474.
9. Alderete T.S. "Simulator Aero Model Implementation" NASA Ames Research Center, Moffett Field, California. P. 21. Режим доступа:

- <http://www.aviationsystemsdivision.arc.nasa.gov/publications/hitl/rtsim/Toms.pdf>.
10. Borisov V.V., Kruglov V.V., Fedulov A.S. Nechyetkie modeli i seti (Fuzzy models and networks). Moscow, Goryachaya liniya–Telekom Publ., 2007, 284 p. (in Russ.).
 11. Driankov O., Hellendoorn H., Reinfrank M. An introduction to fuzzy control. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1993, 316 p. DOI: 10.1007/978-3-662-11131-4
 12. Garibaldi J.M., Ifeachor E.C. Application of simulated annealing fuzzy model tuning to umbilical cord acid-base interpretation. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 1999, Vol. 7, Issue 1, pp. 72–84. DOI: 10.1109/91.746314
 13. Mamdani E.H., Assilian S. An Experiment in Linguistic Synthesis with Fuzzy Logic Controller. International Journal Man-Machine Studies, 1975, Vol. 7, Issue 1, pp. 1–13. DOI: 10.1016/S0020-7373(75)80002-2
 14. Kudinov Yu.I., Kelina A.Yu. Methods of Synthesis and Tuning of Fuzzy PID Mamdani Regulators. Informatsionnye tekhnologii, 2012, no. 6 (supplement), 32 p. (in Russ.).
 15. Vassilyev S.N., Kudinov Y.I., Pashchenko F.F., Durgaryan I.S., Kelina A.Yu., Kudinov I.Yu., Pashchenko A.F. Intelligent Control Systems and Fuzzy Controllers. Part 2. Trained Fuzzy Controllers, Fuzzy PID Controllers. Datchiki & Systemi (Sensors & Systems), 2017, no. 2 (211), pp. 3–12. (in Russ.).
 16. Khomonenko A.D., Logashev S.V., Krasnov S.A., Automatic Categorization of Documents Using Latent Semantic Analysis and Fuzzy Inference Algorithm of Mamdani. Tr. SPIIRAN, 2016, Issue 44, pp. 5–19. (in Russ.). DOI: 10.15622/sp.44.1

ДОДАТКИ

Додаток А - Виборки з сирцевого коду

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using System.Runtime.InteropServices;

namespace DanaSound
{
    public partial class MainForm : Form
    {
        public class MySR : ToolStripSystemRenderer
```

```

{
    public MySR() { }

    protected override void
OnRenderToolStripBorder(ToolStripRenderEventArgs e)
    {
        //base.OnRenderToolStripBorder(e);
    }
}

public const int WM_NCLBUTTONDOWN = 0xA1;
public const int HT_CAPTION = 0x2;
[DllImportAttribute("user32.dll")]
private static extern int SendMessage(IntPtr hWnd,
    int Msg, int wParam, int lParam);
[DllImportAttribute("user32.dll")]
private static extern bool ReleaseCapture();
public MainForm()
{
    InitializeComponent();
}

//[System.Security.Permissions.PermissionSet(System.Security.Permissions.Security
Action.Demand, Name = "FullTrust")]
private const int WM_NCHITTEST = 0x84;
//private const int HT_CLIENT = 0x1;
//private const int HT_CAPTION = 0x2;
//private bool drag = false;
/*protected override void WndProc(ref Message m)

```

```
{
    /*base.WndProc(ref m);
    //winToolStripLabel.Text = m.Msg.ToString();

    if (m.Msg == WM_NCHITTEST)

        //{
            m.Result = (IntPtr)(HT_CAPTION);

        //}

    switch (m.Msg)
    {
        case 0x84:

            base.WndProc(ref m);
            if ((int)m.Result == 0x1)
                m.Result = (IntPtr)0x2;
            return;
        }

        base.WndProc(ref m);
    }*/

private void MainForm_Load(object sender, EventArgs e)
{
    //FormBorderStyle borderStyle = new FormBorderStyle();
```



```
// borderStyle.
this.FindForm().Controls.Add(winToolStrip);
//this.FindForm().FormBorderStyle =
//winToolStrip
winToolStrip.Renderer = new MySR();
toolStrip1.Renderer = new MySR();

}

private void closeButton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    this.Close();
}

private void winToolStrip_MouseDown(object sender, MouseEventArgs e)
{
    if (e.Button == MouseButton.Left)
    {
        ReleaseCapture();
        SendMessage(Handle, WM_NCLBUTTONDOWN, HT_CAPTION, 0);
    }
}

private void winToolStrip_MouseMove(object sender, MouseEventArgs e)
{
    if (!Focused) Focus();
}
```

```
}
```

```
private void toolStripButton2_Click(object sender, EventArgs e)
```

```
{
```

```
    if(this.WindowState != FormWindowState.Maximized) this.WindowState =  
FormWindowState.Maximized;
```

```
    else this.WindowState = FormWindowState.Normal;
```

```
}
```

```
private void toolStripButton3_Click(object sender, EventArgs e)
```

```
{
```

```
    this.WindowState = FormWindowState.Minimized;
```

```
}
```

```
private void toolStripDropDownButton1_Click(object sender, EventArgs e)
```

```
{
```

```
    //chart1.Series.Add("gf");
```

```
    //chart1.Serializer.SerializableContent.
```

```
    // chart1.Update();
```

```
}
```

```
private void timer1_Tick(object sender, EventArgs e)
```

```
{
```

```
}
```

```
private void winToolStripLabel_Click(object sender, EventArgs e)
```

```
{
```

```
}
```

```

private void winToolStripLabel_MouseDown(object sender, MouseEventArgs
e)
{
    if (e.Button == MouseButton.Left)
    {
        ReleaseCapture();
        SendMessage(Handle, WM_NCLBUTTONDOWN, HT_CAPTION, 0);
    }
}

private void winToolStripLabel_MouseMove(object sender, MouseEventArgs e)
{
    if (!Focused) Focus();
}
}
}
namespace DanaSound
{
    partial class MainForm
    {
        /// <summary>
        /// Обязательная переменная конструктора.
        /// </summary>
        private System.ComponentModel.IContainer components = null;

        /// <summary>
        /// Освободить все используемые ресурсы.
        /// </summary>

```

```
/// <param name="disposing">истинно, если управляемый ресурс должен  
быть удален; иначе ложно.</param>
```

```
protected override void Dispose(bool disposing)
{
    if (disposing && (components != null))
    {
        components.Dispose();
    }
    base.Dispose(disposing);
}
```

```
#region Код, автоматически созданный конструктором форм Windows
```

```
/// <summary>
```

```
/// Требуемый метод для поддержки конструктора — не изменяйте
```

```
/// содержимое этого метода с помощью редактора кода.
```

```
/// </summary>
```

```
private void InitializeComponent()
```

```
{
    this.components = new System.ComponentModel.Container();
    System.ComponentModel.ComponentResourceManager resources = new
System.ComponentModel.ComponentResourceManager(typeof(MainForm));
    System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.LineAnnotation
lineAnnotation4 = new
System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.LineAnnotation();
    System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.ChartArea chartArea4 =
new System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.ChartArea();
    System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.Series series4 = new
System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.Series();
```

```

this.statusStrip = new System.Windows.Forms.StatusStrip();
this.toolStripSplitButton1 = new
System.Windows.Forms.ToolStripSplitButton();
this.debugLabel = new System.Windows.Forms.ToolStripStatusLabel();
this.winToolStrip = new System.Windows.Forms.ToolStrip();
this.toolStripButton1 = new System.Windows.Forms.ToolStripButton();
this.toolStripButton2 = new System.Windows.Forms.ToolStripButton();
this.toolStripButton3 = new System.Windows.Forms.ToolStripButton();
this.winToolStripLabel = new System.Windows.Forms.ToolStripLabel();
this.toolStrip1 = new System.Windows.Forms.ToolStrip();
this.toolStripButton5 = new System.Windows.Forms.ToolStripButton();
this.toolStripButton4 = new System.Windows.Forms.ToolStripButton();
this.toolStripButton6 = new System.Windows.Forms.ToolStripButton();
this.toolStripComboBox1 = new
System.Windows.Forms.ToolStripComboBox();
this.toolStripSplitButton2 = new
System.Windows.Forms.ToolStripSplitButton();
this.toolStripButton7 = new System.Windows.Forms.ToolStripButton();
this.toolStripDropDownButton1 = new
System.Windows.Forms.ToolStripDropDownButton();
this.toolStripMenuItem1 = new
System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem();
this.toolStripMenuItem2 = new
System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem();
this.inputToolStripMenuItem = new
System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem();
this.toolStripComboBox2 = new
System.Windows.Forms.ToolStripComboBox();

```

```

        this.outputToolStripMenuItem          =          new
System.Windows.Forms.ToolStripItem();
        this.toolStripComboBox3                =          new
System.Windows.Forms.ToolStripComboBox();
        this.groupBox1 = new System.Windows.Forms.GroupBox();
        this.progressBar9 = new System.Windows.Forms.ProgressBar();
        this.progressBar8 = new System.Windows.Forms.ProgressBar();
        this.progressBar7 = new System.Windows.Forms.ProgressBar();
        this.progressBar6 = new System.Windows.Forms.ProgressBar();
        this.progressBar5 = new System.Windows.Forms.ProgressBar();
        this.progressBar4 = new System.Windows.Forms.ProgressBar();
        this.progressBar3 = new System.Windows.Forms.ProgressBar();
        this.progressBar2 = new System.Windows.Forms.ProgressBar();
        this.progressBar1 = new System.Windows.Forms.ProgressBar();
        this.trackBar1 = new System.Windows.Forms.TrackBar();
        this.progressBar10 = new System.Windows.Forms.ProgressBar();
        this.chart1                            =          new
System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.Chart();
        this.timer1 = new System.Windows.Forms.Timer(this.components);
        this.statusStrip.SuspendLayout();
        this.winToolStrip.SuspendLayout();
        this.toolStrip1.SuspendLayout();
        this.groupBox1.SuspendLayout();
        ((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.trackBar1)).BeginInit();
        ((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.chart1)).BeginInit();
        this.SuspendLayout();
        //
        // statusStrip
        //

```

```

    this.statusStrip.AutoSize = false;
    this.statusStrip.BackColor
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(60)))),          ((int)(((byte)(60)))),
(int)(((byte)(63))));
    this.statusStrip.Items.AddRange(new
System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {
    this.toolStripSplitButton1,
    this.debugLabel});
    this.statusStrip.LayoutStyle
System.Windows.Forms.ToolStripLayoutStyle.HorizontalStackWithOverflow;
    this.statusStrip.Location = new System.Drawing.Point(0, 584);
    this.statusStrip.Name = "statusStrip";
    this.statusStrip.Size = new System.Drawing.Size(1034, 45);
    this.statusStrip.SizingGrip = false;
    this.statusStrip.Stretch = false;
    this.statusStrip.TabIndex = 0;
    this.statusStrip.Text = "statusStrip1";
    //
    // toolStripSplitButton1
    //
    this.toolStripSplitButton1.DisplayStyle
System.Windows.Forms.ToolStripItemDisplayStyle.Image;
    this.toolStripSplitButton1.Image
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("toolStripSplitButton1.Image")));
    this.toolStripSplitButton1.ImageTransparentColor
System.Drawing.Color.Magenta;
    this.toolStripSplitButton1.Name = "toolStripSplitButton1";
    this.toolStripSplitButton1.Size = new System.Drawing.Size(32, 43);
    this.toolStripSplitButton1.Text = "toolStripSplitButton1";

```

```

//
// debugLabel
//
this.debugLabel.Name = "debugLabel";
this.debugLabel.Size = new System.Drawing.Size(0, 40);
//
// winToolStrip
//
this.winToolStrip.AllowMerge = false;
this.winToolStrip.AutoSize = false;
this.winToolStrip.BackColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(60)))), ((int)(((byte)(60)))),
(int)(((byte)(63)))));
    this.winToolStrip.Font = new System.Drawing.Font("Verdana", 10F,
System.Drawing.FontStyle.Bold, System.Drawing.GraphicsUnit.Point,
(byte)(204));
    this.winToolStrip.GripStyle =
System.Windows.Forms.ToolStripGripStyle.Hidden;
    this.winToolStrip.ImeMode = System.Windows.Forms.ImeMode.NoControl;
    this.winToolStrip.Items.AddRange(new
System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {
    this.toolStripButton1,
    this.toolStripButton2,
    this.toolStripButton3,
    this.winToolStripLabel});
    this.winToolStrip.Location = new System.Drawing.Point(0, 0);
    this.winToolStrip.Name = "winToolStrip";
    this.winToolStrip.Padding = new System.Windows.Forms.Padding(5, 0, 5, 0);

```



```

        this.winToolStrip.RenderMode                                     =
System.Windows.Forms.ToolStripRenderMode.System;
        this.winToolStrip.ShowItemToolTips = false;
        this.winToolStrip.Size = new System.Drawing.Size(1034, 46);
        this.winToolStrip.TabIndex = 1;
        this.winToolStrip.Text = "winToolStrip";
        this.winToolStrip.MouseDown                                 +=           new
System.Windows.Forms.MouseEventHandler(this.winToolStrip_MouseDown);
        this.winToolStrip.MouseMove                               +=           new
System.Windows.Forms.MouseEventHandler(this.winToolStrip_MouseMove);
        //
        // toolStripButton1
        //
        this.toolStripButton1.Alignment                               =
System.Windows.Forms.ToolStripItemAlignment.Right;
        this.toolStripButton1.AutoSize = false;
        this.toolStripButton1.DisplayStyle                           =
System.Windows.Forms.ToolStripItemDisplayStyle.Image;
        this.toolStripButton1.Image                                 =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("toolStripButton1.Image")));
        this.toolStripButton1.ImageTransparentColor               =
System.Drawing.Color.Magenta;
        this.toolStripButton1.Name = "toolStripButton1";
        this.toolStripButton1.Size = new System.Drawing.Size(40, 40);
        this.toolStripButton1.Text = "closeWindowButton";
        this.toolStripButton1.Click                                 +=           new
System.EventHandler(this.closeWindowButton_Click);
        //
        // toolStripButton2

```

```

//
    this.toolStripButton2.Alignment                =
System.Windows.Forms.ToolStripItemAlignment.Right;
    this.toolStripButton2.AutoSize = false;
    this.toolStripButton2.DisplayStyle            =
System.Windows.Forms.ToolStripItemDisplayStyle.Image;
    this.toolStripButton2.Image                    =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("toolStripButton2.Image")));
    this.toolStripButton2.ImageTransparentColor    =
System.Drawing.Color.Magenta;
    this.toolStripButton2.Name = "toolStripButton2";
    this.toolStripButton2.Size = new System.Drawing.Size(40, 40);
    this.toolStripButton2.Text = "resizeWindowButton";
    this.toolStripButton2.Click                    +=          new
System.EventHandler(this.toolStripButton2_Click);
//
// toolStripButton3
//
    this.toolStripButton3.Alignment                =
System.Windows.Forms.ToolStripItemAlignment.Right;
    this.toolStripButton3.AutoSize = false;
    this.toolStripButton3.DisplayStyle            =
System.Windows.Forms.ToolStripItemDisplayStyle.Image;
    this.toolStripButton3.Image                    =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("toolStripButton3.Image")));
    this.toolStripButton3.ImageTransparentColor    =
System.Drawing.Color.Magenta;
    this.toolStripButton3.Name = "toolStripButton3";
    this.toolStripButton3.Size = new System.Drawing.Size(40, 40);

```

```

this.toolStripButton3.Text = "minimizeWindowButton";
this.toolStripButton3.Click += new
System.EventHandler(this.toolStripButton3_Click);
//
// winToolStripLabel
//
this.winToolStripLabel.Font = new System.Drawing.Font("Unispace",
15.75F, System.Drawing.FontStyle.Bold, System.Drawing.GraphicsUnit.Point,
((byte)0));
this.winToolStripLabel.Image = global::DanaSound.Properties.Resources.ico;
this.winToolStripLabel.Name = "winToolStripLabel";
this.winToolStripLabel.Size = new System.Drawing.Size(223, 43);
this.winToolStripLabel.Text = " Sonic Paradise";
this.winToolStripLabel.Click += new
System.EventHandler(this.winToolStripLabel_Click);
this.winToolStripLabel.MouseDown += new
System.Windows.Forms.MouseEventHandler(this.winToolStripLabel_MouseDown);
this.winToolStripLabel.MouseMove += new
System.Windows.Forms.MouseEventHandler(this.winToolStripLabel_MouseMove);
//
// toolStrip1
//
this.toolStrip1.AutoSize = false;
this.toolStrip1.BackColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)60))), ((int)(((byte)60))),
((int)(((byte)63))));
this.toolStrip1.Font = new System.Drawing.Font("Unispace", 9.749999F,
System.Drawing.FontStyle.Bold, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)0));

```

```

        this.toolStrip1.GripStyle
System.Windows.Forms.ToolStripGripStyle.Hidden;
        this.toolStrip1.ImageScalingSize = new System.Drawing.Size(40, 40);
        this.toolStrip1.Items.AddRange(new System.Windows.Forms.ToolStripItem[]
{
        this.toolStripButton5,
        this.toolStripButton4,
        this.toolStripButton6,
        this.toolStripComboBox1,
        this.toolStripSplitButton2,
        this.toolStripButton7,
        this.toolStripDropDownButton1 });
        this.toolStrip1.Location = new System.Drawing.Point(0, 46);
        this.toolStrip1.Name = "toolStrip1";
        this.toolStrip1.Padding = new System.Windows.Forms.Padding(10, 0, 1, 0);
        this.toolStrip1.RenderMode
System.Windows.Forms.ToolStripRenderMode.System;
        this.toolStrip1.Size = new System.Drawing.Size(1034, 51);
        this.toolStrip1.TabIndex = 2;
        this.toolStrip1.Text = "toolStrip1";
        //
        // toolStripButton5
        //
        this.toolStripButton5.AutoSize = false;
        this.toolStripButton5.DisplayStyle
System.Windows.Forms.ToolStripItemDisplayStyle.Image;
        this.toolStripButton5.Image
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("toolStripButton5.Image")));

```

```

    this.toolStripButton5.ImageTransparentColor =
System.Drawing.Color.Magenta;
    this.toolStripButton5.Name = "toolStripButton5";
    this.toolStripButton5.Size = new System.Drawing.Size(40, 40);
    this.toolStripButton5.Text = "toolStripButton5";
    //
    // toolStripButton4
    //
    this.toolStripButton4.AutoSize = false;
    this.toolStripButton4.DisplayStyle =
System.Windows.Forms.ToolStripItemDisplayStyle.Image;
    this.toolStripButton4.Image =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("toolStripButton4.Image")));
    this.toolStripButton4.ImageTransparentColor =
System.Drawing.Color.Magenta;
    this.toolStripButton4.Name = "toolStripButton4";
    this.toolStripButton4.Size = new System.Drawing.Size(40, 40);
    this.toolStripButton4.Text = "toolStripButton4";
    //
    // toolStripButton6
    //
    this.toolStripButton6.AutoSize = false;
    this.toolStripButton6.DisplayStyle =
System.Windows.Forms.ToolStripItemDisplayStyle.Image;
    this.toolStripButton6.Image =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("toolStripButton6.Image")));
    this.toolStripButton6.ImageTransparentColor =
System.Drawing.Color.Magenta;
    this.toolStripButton6.Name = "toolStripButton6";

```

```

this.toolStripButton6.Size = new System.Drawing.Size(40, 40);
this.toolStripButton6.Text = "toolStripButton6";
//
// toolStripComboBox1
//
this.toolStripComboBox1.BackColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(60)))), ((int)(((byte)(60)))),
(int)(((byte)(63)))));
this.toolStripComboBox1.DropDownStyle =
System.Windows.Forms.ComboBoxStyle.DropDownList;
this.toolStripComboBox1.Name = "toolStripComboBox1";
this.toolStripComboBox1.Size = new System.Drawing.Size(121, 51);
//
// toolStripSplitButton2
//
this.toolStripSplitButton2.DisplayStyle =
System.Windows.Forms.ToolStripItemDisplayStyle.Image;
this.toolStripSplitButton2.Image =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("toolStripSplitButton2.Image")));
this.toolStripSplitButton2.ImageTransparentColor =
System.Drawing.Color.Magenta;
this.toolStripSplitButton2.Name = "toolStripSplitButton2";
this.toolStripSplitButton2.Size = new System.Drawing.Size(56, 48);
this.toolStripSplitButton2.Text = "toolStripSplitButton2";
//
// toolStripButton7
//
this.toolStripButton7.DisplayStyle =
System.Windows.Forms.ToolStripItemDisplayStyle.Text;

```

```

        this.toolStripButton7.Image                                     =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("toolStripButton7.Image")));
        this.toolStripButton7.ImageTransparentColor                 =
System.Drawing.Color.Magenta;
        this.toolStripButton7.Name = "toolStripButton7";
        this.toolStripButton7.Size = new System.Drawing.Size(139, 48);
        this.toolStripButton7.Text = "toolStripButton7";
        //
        // toolStripDropDownButton1
        //
        this.toolStripDropDownButton1.BackColor                     =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(60)))),          ((int)(((byte)(60)))),
(int)(((byte)(63)))));
        this.toolStripDropDownButton1.DisplayStyle                 =
System.Windows.Forms.ToolStripItemDisplayStyle.Text;
        this.toolStripDropDownButton1.DropDownItems.AddRange(new
System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {
        this.toolStripMenuItem1,
        this.toolStripMenuItem2 });
        this.toolStripDropDownButton1.Image                         =
((System.Drawing.Image)(resources.GetObject("toolStripDropDownButton1.Image")
));
        this.toolStripDropDownButton1.ImageTransparentColor         =
System.Drawing.Color.Magenta;
        this.toolStripDropDownButton1.Name = "toolStripDropDownButton1";
        this.toolStripDropDownButton1.ShowDropDownArrow = false;
        this.toolStripDropDownButton1.Size = new System.Drawing.Size(67, 48);
        this.toolStripDropDownButton1.Text = "Options";

```

```

        this.toolStripDropDownButton1.Click += new
System.EventHandler(this.toolStripDropDownButton1_Click);
        //
        // toolStripMenuItem1
        //
        this.toolStripMenuItem1.BackColor =
System.Drawing.SystemColors.ButtonShadow;
        this.toolStripMenuItem1.DisplayStyle =
System.Windows.Forms.ToolStripItemDisplayStyle.Text;
        this.toolStripMenuItem1.Name = "toolStripMenuItem1";
        this.toolStripMenuItem1.Size = new System.Drawing.Size(170, 22);
        this.toolStripMenuItem1.Text = "General";
        //
        // toolStripMenuItem2
        //
        this.toolStripMenuItem2.DisplayStyle =
System.Windows.Forms.ToolStripItemDisplayStyle.Text;
        this.toolStripMenuItem2.DropDownItems.AddRange(new
System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {
        this.inputToolStripMenuItem,
        this.outputToolStripMenuItem});
        this.toolStripMenuItem2.Name = "toolStripMenuItem2";
        this.toolStripMenuItem2.Size = new System.Drawing.Size(170, 22);
        this.toolStripMenuItem2.Text = "Input/Output";
        //
        // inputToolStripMenuItem
        //
        this.inputToolStripMenuItem.DropDownItems.AddRange(new
System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {

```



```
this.toolStripComboBox2});  
this.inputToolStripMenuItem.Name = "inputToolStripMenuItem";  
this.inputToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(122, 22);  
this.inputToolStripMenuItem.Text = "Input";  
//  
// toolStripComboBox2  
//  
this.toolStripComboBox2.MaxDropDownItems = 20;  
this.toolStripComboBox2.Name = "toolStripComboBox2";  
this.toolStripComboBox2.Size = new System.Drawing.Size(121, 23);  
//  
// outputToolStripMenuItem  
//  
this.outputToolStripMenuItem.DropDownItems.AddRange(new  
System.Windows.Forms.ToolStripItem[] {  
this.toolStripComboBox3});  
this.outputToolStripMenuItem.Name = "outputToolStripMenuItem";  
this.outputToolStripMenuItem.Size = new System.Drawing.Size(122, 22);  
this.outputToolStripMenuItem.Text = "Output";  
//  
// toolStripComboBox3  
//  
this.toolStripComboBox3.Name = "toolStripComboBox3";  
this.toolStripComboBox3.Size = new System.Drawing.Size(121, 23);  
//  
// groupBox1  
//
```

```

        this.groupBox1.Anchor                                     =
((System.Windows.Forms.AnchorStyles)((System.Windows.Forms.AnchorStyles.To
p | System.Windows.Forms.AnchorStyles.Right)));
        this.groupBox1.BackColor                               =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(60)))),           ((int)(((byte)(60))),
(int)(((byte)(63)))));
        this.groupBox1.Controls.Add(this.progressBar9);
        this.groupBox1.Controls.Add(this.progressBar8);
        this.groupBox1.Controls.Add(this.progressBar7);
        this.groupBox1.Controls.Add(this.progressBar6);
        this.groupBox1.Controls.Add(this.progressBar5);
        this.groupBox1.Controls.Add(this.progressBar4);
        this.groupBox1.Controls.Add(this.progressBar3);
        this.groupBox1.Controls.Add(this.progressBar2);
        this.groupBox1.Controls.Add(this.progressBar1);
        this.groupBox1.Location = new System.Drawing.Point(884, 38);
        this.groupBox1.Name = "groupBox1";
        this.groupBox1.Size = new System.Drawing.Size(150, 59);
        this.groupBox1.TabIndex = 3;
        this.groupBox1.TabStop = false;
        //
        // progressBar9
        //
        this.progressBar9.Location = new System.Drawing.Point(134, 11);
        this.progressBar9.Name = "progressBar9";
        this.progressBar9.Size = new System.Drawing.Size(10, 42);
        this.progressBar9.TabIndex = 8;
        //
        // progressBar8

```

```
//  
this.progressBar8.Location = new System.Drawing.Point(118, 11);  
this.progressBar8.Name = "progressBar8";  
this.progressBar8.Size = new System.Drawing.Size(10, 42);  
this.progressBar8.TabIndex = 7;  
//  
// progressBar7  
//  
this.progressBar7.Location = new System.Drawing.Point(102, 11);  
this.progressBar7.Name = "progressBar7";  
this.progressBar7.Size = new System.Drawing.Size(10, 42);  
this.progressBar7.TabIndex = 6;  
//  
// progressBar6  
//  
this.progressBar6.Location = new System.Drawing.Point(86, 11);  
this.progressBar6.Name = "progressBar6";  
this.progressBar6.Size = new System.Drawing.Size(10, 42);  
this.progressBar6.TabIndex = 5;  
//  
// progressBar5  
//  
this.progressBar5.Location = new System.Drawing.Point(70, 11);  
this.progressBar5.Name = "progressBar5";  
this.progressBar5.Size = new System.Drawing.Size(10, 42);  
this.progressBar5.TabIndex = 4;  
//  
// progressBar4  
//
```

```
this.progressBar4.Location = new System.Drawing.Point(54, 11);
this.progressBar4.Name = "progressBar4";
this.progressBar4.Size = new System.Drawing.Size(10, 42);
this.progressBar4.TabIndex = 3;
//
// progressBar3
//
this.progressBar3.Location = new System.Drawing.Point(38, 11);
this.progressBar3.Name = "progressBar3";
this.progressBar3.Size = new System.Drawing.Size(10, 42);
this.progressBar3.TabIndex = 2;
//
// progressBar2
//
this.progressBar2.Location = new System.Drawing.Point(22, 11);
this.progressBar2.Name = "progressBar2";
this.progressBar2.Size = new System.Drawing.Size(10, 42);
this.progressBar2.TabIndex = 1;
//
// progressBar1
//
this.progressBar1.Location = new System.Drawing.Point(6, 11);
this.progressBar1.Name = "progressBar1";
this.progressBar1.RightToLeft = System.Windows.Forms.RightToLeft.No;
this.progressBar1.Size = new System.Drawing.Size(10, 42);
this.progressBar1.Style
System.Windows.Forms.ProgressBarStyle.Continuous;
this.progressBar1.TabIndex = 0;
//
```

```

// trackBar1
//
this.trackBar1.Anchor =
((System.Windows.Forms.AnchorStyles)((System.Windows.Forms.AnchorStyles.To
p | System.Windows.Forms.AnchorStyles.Right)));
this.trackBar1.AutoSize = false;
this.trackBar1.BackColor =
System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)(60)))), ((int)(((byte)(60))),
(int)(((byte)(63)))));
this.trackBar1.Cursor = System.Windows.Forms.Cursors.SizeNS;
this.trackBar1.Location = new System.Drawing.Point(839, 38);
this.trackBar1.Maximum = 100;
this.trackBar1.Name = "trackBar1";
this.trackBar1.Orientation = System.Windows.Forms.Orientation.Vertical;
this.trackBar1.RightToLeft = System.Windows.Forms.RightToLeft.No;
this.trackBar1.Size = new System.Drawing.Size(45, 59);
this.trackBar1.TabIndex = 4;
this.trackBar1.TabStop = false;
this.trackBar1.TickStyle = System.Windows.Forms.TickStyle.TopLeft;
this.trackBar1.Value = 25;
//
// progressBar10
//
this.progressBar10.Anchor =
((System.Windows.Forms.AnchorStyles)((System.Windows.Forms.AnchorStyles.To
p | System.Windows.Forms.AnchorStyles.Right)));
this.progressBar10.Location = new System.Drawing.Point(823, 46);
this.progressBar10.Name = "progressBar10";
this.progressBar10.RightToLeft = System.Windows.Forms.RightToLeft.No;

```

```

this.progressBar10.Size = new System.Drawing.Size(10, 45);
this.progressBar10.Step = 1;
this.progressBar10.Style
System.Windows.Forms.ProgressBarStyle.Continuous;
this.progressBar10.TabIndex = 9;
this.progressBar10.Value = 15;
//
// chart1
//
lineAnnotation4.Name = "LineAnnotation1";
this.chart1.Annotations.Add(lineAnnotation4);
this.chart1.BackColor = System.Drawing.Color.Transparent;
chartArea4.AlignmentOrientation
((System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.AreaAlignmentOrientations)((
System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.AreaAlignmentOrientations.Ver
tical
System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.AreaAlignmentOrientations.Hor
izontal)));
chartArea4.BackColor = System.Drawing.Color.Transparent;
chartArea4.BackImageAlignment
System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.ChartImageAlignmentStyle.Top
Right;
chartArea4.Name = "ChartArea1";
this.chart1.ChartAreas.Add(chartArea4);
this.chart1.Location = new System.Drawing.Point(550, 40);
this.chart1.Name = "chart1";
this.chart1.Palette
System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.ChartColorPalette.Fire;
series4.ChartArea = "ChartArea1";

```

```

        series4.LabelBorderDashStyle =
System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.ChartDashStyle.NotSet;
        series4.LabelForeColor = System.Drawing.Color.White;
        series4.Name = "Series1";
        series4.SmartLabelStyle.CalloutLineAnchorCapStyle =
System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.LineAnchorCapStyle.None;
        series4.SmartLabelStyle.CalloutLineColor =
System.Drawing.Color.Transparent;
        this.chart1.Series.Add(series4);
        this.chart1.Size = new System.Drawing.Size(267, 66);
        this.chart1.TabIndex = 10;
        this.chart1.Text = "chart1";
        //
        // timer1
        //
        this.timer1.Tick += new System.EventHandler(this.timer1_Tick);
        //
        // MainForm
        //
        this.AutoScaleDimensions = new System.Drawing.SizeF(7F, 14F);
        this.AutoScaleMode = System.Windows.Forms.AutoScaleMode.Font;
        this.BackColor = System.Drawing.Color.FromArgb(((int)(((byte)70))),
((int)(((byte)70))), ((int)(((byte)73))));
        this.ClientSize = new System.Drawing.Size(1034, 629);
        this.ControlBox = false;
        this.Controls.Add(this.chart1);
        this.Controls.Add(this.progressBar10);
        this.Controls.Add(this.trackBar1);
        this.Controls.Add(this.groupBox1);

```

```
this.Controls.Add(this.toolStrip1);
this.Controls.Add(this.statusStrip);
this.Controls.Add(this.winToolStrip);
this.Font = new System.Drawing.Font("Unispace", 8.25F,
System.Drawing.FontStyle.Bold, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, ((byte)0));
this.ForeColor = System.Drawing.SystemColors.ControlLightLight;
this.FormBorderStyle = System.Windows.Forms.FormBorderStyle.None;
this.MinimumSize = new System.Drawing.Size(650, 377);
this.Name = "MainForm";
this.RightToLeft = System.Windows.Forms.RightToLeft.No;
this.SizeGripStyle = System.Windows.Forms.SizeGripStyle.Hide;
this.StartPosition = System.Windows.Forms.FormStartPosition.CenterScreen;
this.Text = "sss";
this.Load += new System.EventHandler(this.MainForm_Load);
this.statusStrip.ResumeLayout(false);
this.statusStrip.PerformLayout();
this.winToolStrip.ResumeLayout(false);
this.winToolStrip.PerformLayout();
this.toolStrip1.ResumeLayout(false);
this.toolStrip1.PerformLayout();
this.groupBox1.ResumeLayout(false);
((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.trackBar1)).EndInit();
((System.ComponentModel.ISupportInitialize)(this.chart1)).EndInit();
this.ResumeLayout(false);

}

#endregion
```



```
private System.Windows.Forms.StatusStrip statusStrip;
private System.Windows.Forms.ToolStrip winToolStrip;
private System.Windows.Forms.ToolStripButton toolStripButton1;
private System.Windows.Forms.ToolStripButton toolStripButton2;
private System.Windows.Forms.ToolStripButton toolStripButton3;
private System.Windows.Forms.ToolStripLabel winToolStripLabel;
private System.Windows.Forms.ToolStripSplitButton toolStripSplitButton1;
private System.Windows.Forms.ToolStripStatusLabel debugLabel;
private System.Windows.Forms.ToolStrip toolStrip1;
private System.Windows.Forms.ToolStripButton toolStripButton5;
private System.Windows.Forms.ToolStripButton toolStripButton4;
private System.Windows.Forms.ToolStripButton toolStripButton6;
private System.Windows.Forms.ToolStripComboBox toolStripComboBox1;
private System.Windows.Forms.ToolStripSplitButton toolStripSplitButton2;
private System.Windows.Forms.GroupBox groupBox1;
private System.Windows.Forms.ProgressBar progressBar9;
private System.Windows.Forms.ProgressBar progressBar8;
private System.Windows.Forms.ProgressBar progressBar7;
private System.Windows.Forms.ProgressBar progressBar6;
private System.Windows.Forms.ProgressBar progressBar5;
private System.Windows.Forms.ProgressBar progressBar4;
private System.Windows.Forms.ProgressBar progressBar3;
private System.Windows.Forms.ProgressBar progressBar2;
private System.Windows.Forms.ProgressBar progressBar1;
private System.Windows.Forms.ToolStripButton toolStripButton7;
private System.Windows.Forms.ToolStripDropDownButton
toolStripDropDownButton1;
private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem toolStripMenuItem1;
private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem toolStripMenuItem2;
```

```
private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem inputToolStripMenuItem;  
private System.Windows.Forms.ToolStripComboBox toolStripComboBox2;  
private System.Windows.Forms.ToolStripMenuItem outputToolStripMenuItem;  
private System.Windows.Forms.ToolStripComboBox toolStripComboBox3;  
private System.Windows.Forms.TrackBar trackBar1;  
private System.Windows.Forms.ProgressBar progressBar10;  
private System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting.Chart chart1;  
private System.Windows.Forms.Timer timer1;  
}  
}
```