

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи



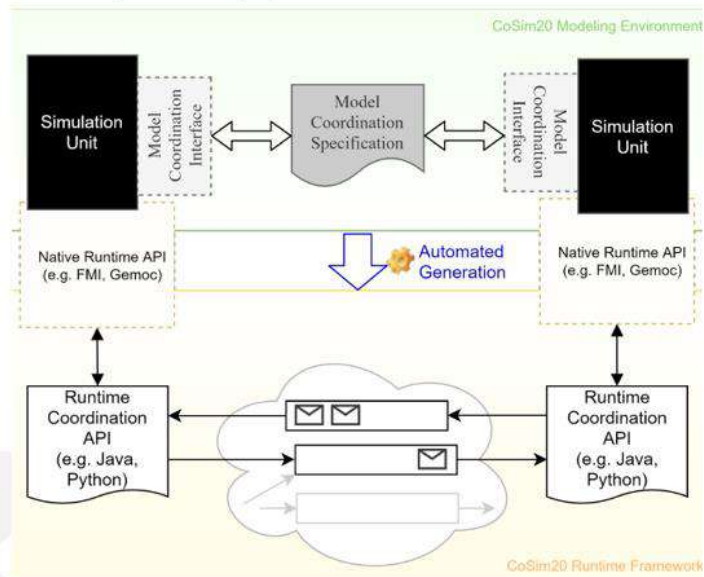
Мета та задачі роботи

Метою роботи є розроблення моделі інтерфейсу сумісного моделювання кібернетичних та фізичних частин кіберфізичної системи, і визначити мову, призначену для координації таких частин. На їх основі та оригінального інтерфейсу спільного моделювання забезпечити можливість автоматичного створення розподіленої інфраструктури для спільного моделювання.

Об'єктом досліджень є процес імітаційного моделювання складних розподілених комп'ютерних систем.

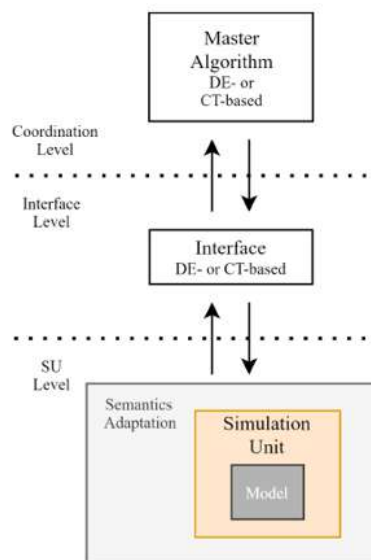
Предмет досліджень: моделі інтерфейсу сумісного моделювання складних розподілених комп'ютерних систем.

Середовища моделювання та виконання



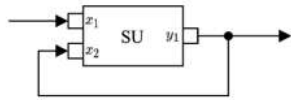
3

Рівні спільного моделювання

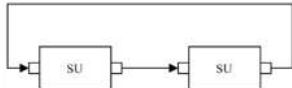


4

Цикли спільного моделювання



Цикл на тій самій програмній моделі



Цикл між двома програмними моделями

Синхронізація спільного моделювання методом Гаусса-Зейделя

```

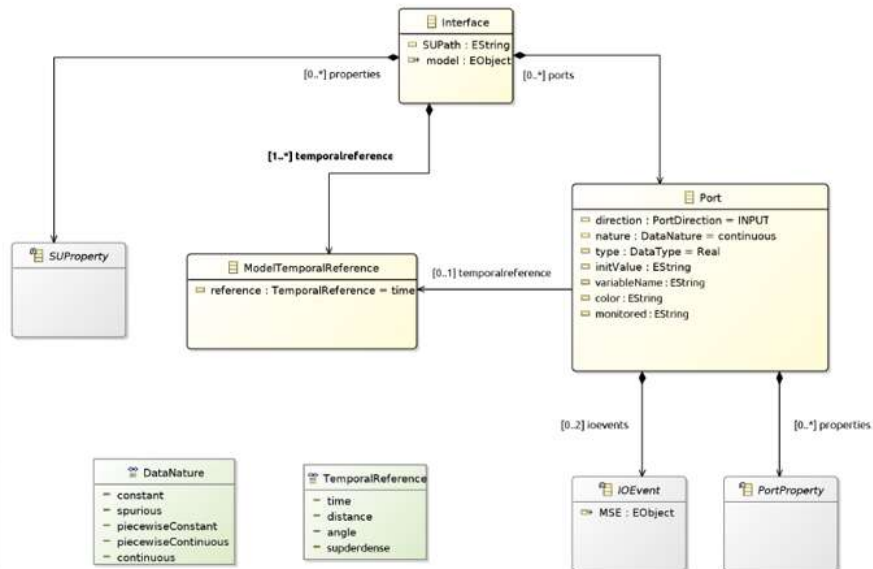
foreach su in SU do {
    uc[su] = y[su] = 0;
    ip[su] = 0;
};
t = 0;
foreach su in SU do {
    uc[su] = C[su]({y[su]});
    y[su] = getOutput(su, uc[su]);
    up[su]=uc[su];
};
while(t<=T){
    foreach su in SU do {
        uc[su] = C[su]({y[su]});
        doStep(su,H,uc[su],up[su])
        y[su] = getOutput(su,uc[su]);
    }
    foreach su in SU do {
        up[su] = uc[su]
    }
    t=t+H;
}
    
```

Синхронізація спільного моделювання методом Якобі

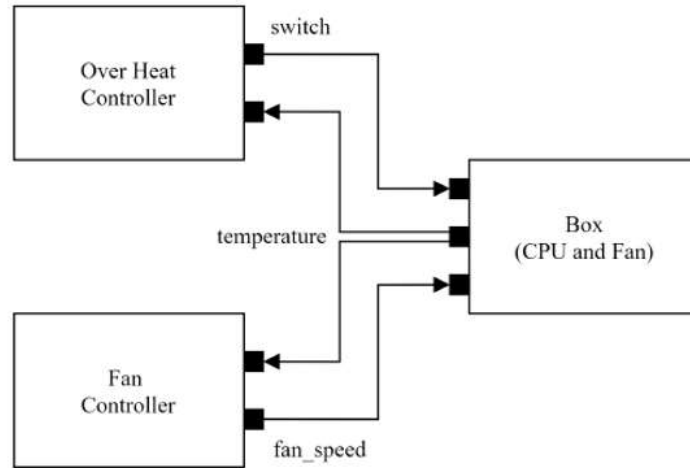
```

foreach su in SU do {
    uc[su] = y[su] = 0;
};
t = 0;
while(t<=T){
    foreach su in SU do {
        uc[su] = C[su]({y[su]});
        y[su] = getOutput(su,uc[su]);
        up[su]=uc[su]
    }
    foreach su in SU do {
        doStep(su,H,uc[su],up[su])
    }
    t=t+H;
}
    
```

Діаграма класів мови MCILang



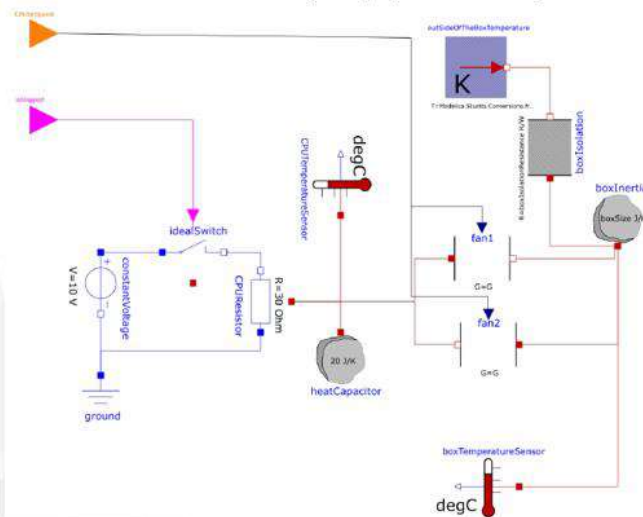
Опис експериментальної програмної системи



Структура системи охолодження процесора

7

Модель підсистеми охолодження в середовищі Modelica



MCI текстове представлення моделі

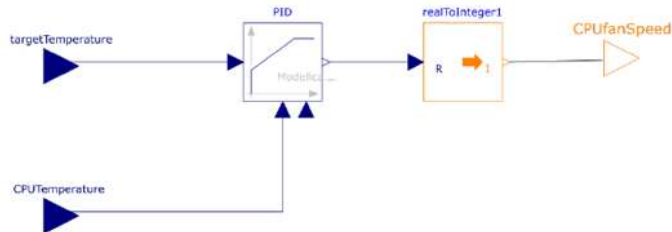
```

Interface CPUinBox {
  FMUPath "su/ CPUinBoxWithFanHeatModel . fmu "
  ports {
    Port " BoxTemperature " {
      direction INPUT
      nature constant
      type Real
      initialValue "25"
    },
    Port " CPUtemperature " {
      direction OUTPUT
      nature continuous
      type Real
      initialValue "0.0 "
    },
    Port " CPUfansSpeed " {
      direction INPUT
      nature Continuous
      type Real
      initialValue "0"
    },
    Port " isStopped " {
      direction INPUT
      nature piecewiseConstant
      type Boolean
      initialValue " false "
    }
  }
  temporalReferences {
    ModelTemporalReference t {
      reference timeI
    }
  }
}

```

8

Модель вентилятора



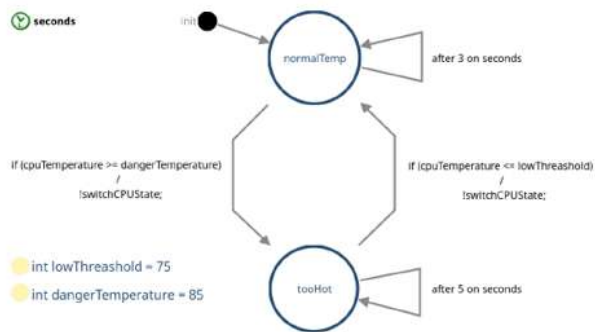
```

Interface fanController {
  FMUPath "su/ FanController . fmu "
  ports {
    Port " CPUtemperature " {
      direction INPUT
      nature continuous
      type Real
      initialValue "25"
      monitored false
    },
    Port " CPUfanSpeed " {
      direction OUTPUT
      nature continuous
      type Real
      monitored false
    },
    Port " targetTemperature " {
      direction INPUT
      nature constant
      type Real
      initialValue "65"
      monitored false
    },
    Port "Kp" {
      direction INPUT
      nature constant
      type Real
      initialValue " 5.0 "
      monitored false
    }
  }
  temporalReferences {
    ModelTemporalReference t {
      validation 103
      reference time
    }
  }
}

```

9

Контролер перегріву



Граф стану контролера перегріву

```

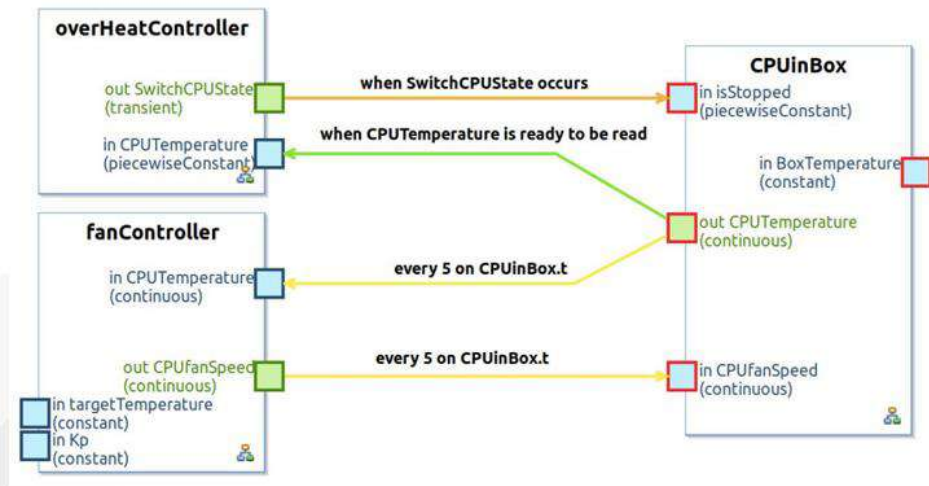
Interface overHeatController {
  GemocExecutablePath "su/ overHeatController .jar :39635 "
  ports {
    Port " SwitchCPUState " {
      variableName " CPUprotection :: switchCPUState "
      direction OUTPUT
      nature transient
      type Boolean
      initialValue " false "
      ioevents {
        Triggered occurs
      }
    },
    Port " CPUtemperature " {
      variableName " CPUprotection :: cpuTemperature "
      direction INPUT
      nature piecewiseConstant
      type Integer
      initialValue "25"
      ioevents {
        ReadyToRead readyToRead
      }
    }
  }
  temporalReferences {
    ModelTemporalReference t {
      reference time
    }
  }
}

```

Опис інтерфейсу контролера перегріву

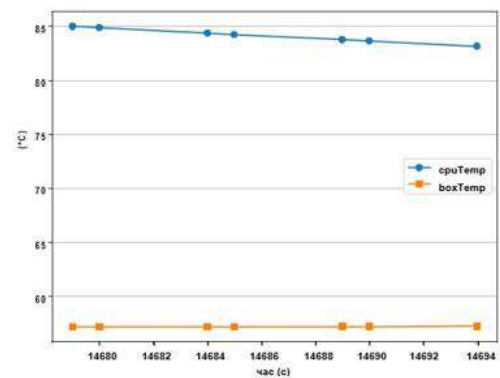
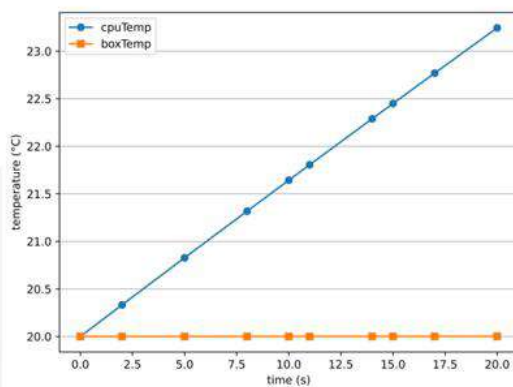
10

Система охолодження ЦП



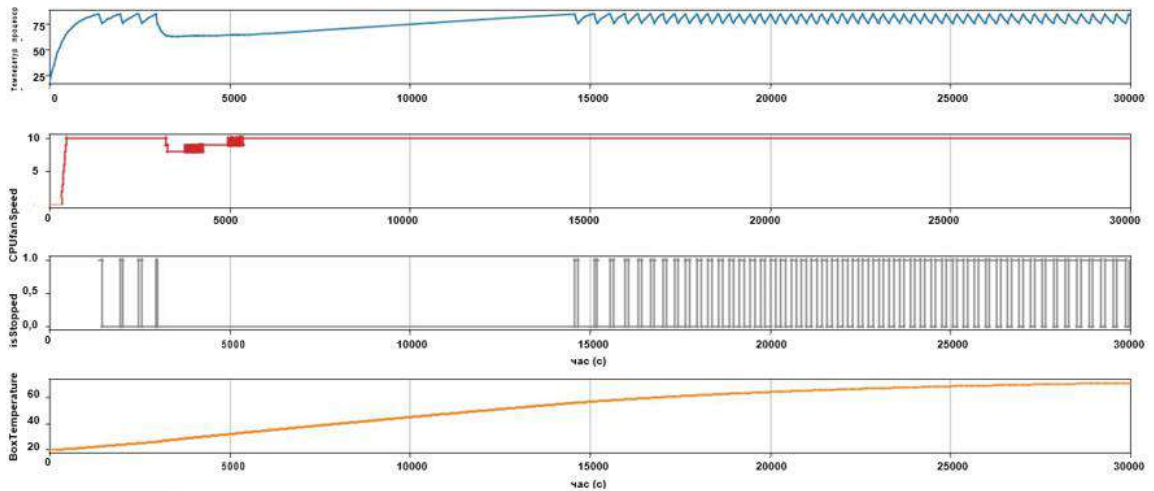
11

Результати спільної симуляції



12

Результати виконання координаційного алгоритму



13

ВИСНОВКИ

В атестаційній кваліфікаційній роботі розроблено моделі інтерфейсу сумісного моделювання кібернетичних та фізичних частин кіберфізичної системи, і визначено мови, призначені для координації таких частин. На їх основі та оригінального інтерфейсу спільного моделювання забезпечена можливість автоматичного створення розподіленої інфраструктури для спільного моделювання.

Апробація:

Волк М.О., Лемішко Д.В., Марченко В.В., Ткаленко О.В. Моделі процесу імітаційного моделювання та тестування хмарних кіберфізичних систем. Матеріали тринадцятої міжнародної науково-технічної конференції – Баку – Харків – Жиліна. – 26-27 квітня 2023. Том 2. – с.64

14