Множествено наследяване

Част I

Трифон Трифонов

Обектно-ориентирано програмиране,
спец. Компютърни науки, 1 поток,
спец. Софтуерно инженерство,
2016/17 г.

11–18 май 2017 г.

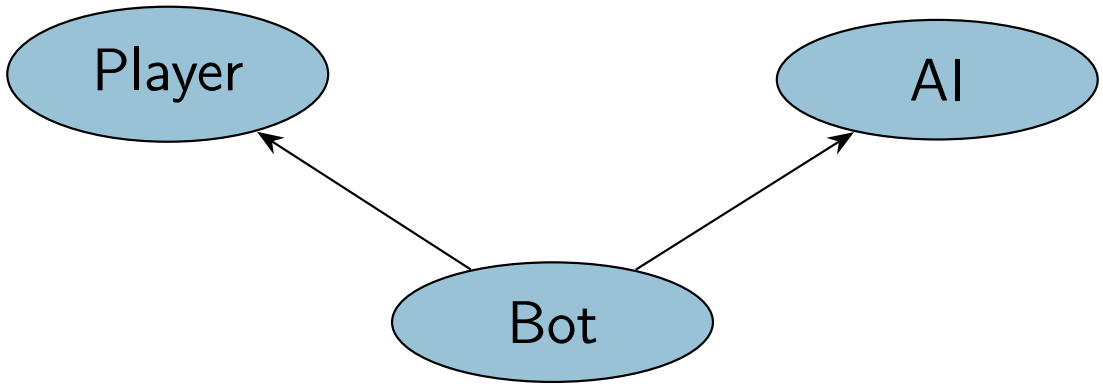
Какво е множествено наследяване?

- Производен клас с повече от един основен клас
- Производният клас комбинира характеристиките и поведението на всичките си основни класове

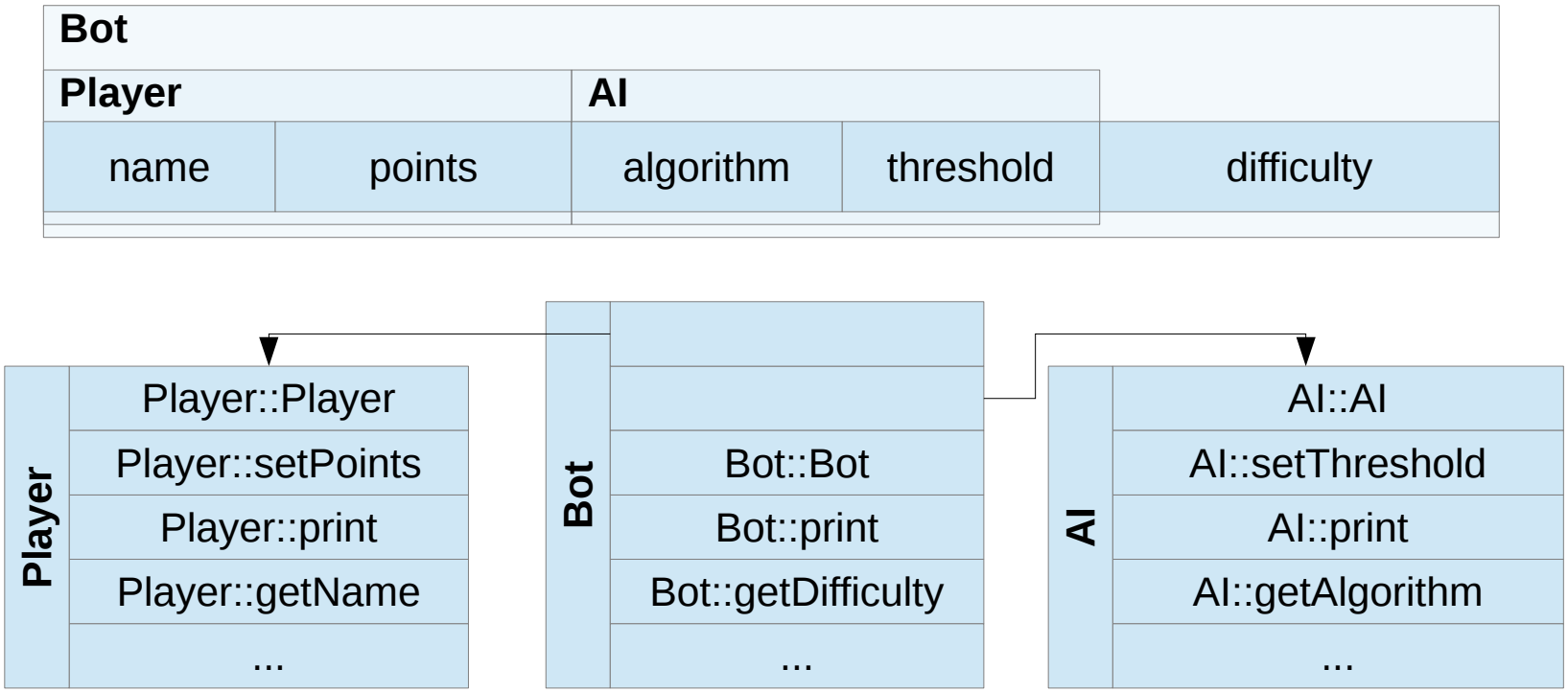
Какво е множествено наследяване?

- Производен клас с повече от един основен клас
- Производният клас комбинира характеристиките и поведението на всичките си основни класове
- **Пример:**

```
class Bot : public Player, public AI { ... };
```



Физическо представяне



Жизнен цикъл на обект от производен клас

- За обекта са заделя памет (на стека или в динамичната памет)
- Извиква се конструктор, който
  - извиква конструктор на основните класове в реда на наследяване
  - извиква конструктори на всички съдържани обекти
- ... (работа с обекта)
- Достига се края на областта на действие на обекта
- Извиква се деструктор, който
  - извиква деструкторите на всички съдържани обекти
  - извиква деструктора на всички основни класове в ред, обратен на реда на наследяване
- Паметта на обекта се освобождава

Конструктори и деструктори

- Конструкторите на производния клас трябва да указват как се конструират всяка една от наследените части

Конструктори и деструктори

- Конструкторите на производния клас трябва да указват как се конструират всяка една от наследените части
- Ако за някой от основните класове не е указан кой конструктор да се извика, тогава се извика този по подразбиране

Конструктори и деструктори

- Конструкторите на производния клас трябва да указват как се конструират всяка една от наследените части
- Ако за някой от основните класове не е указан кой конструктор да се извика, тогава се извика този по подразбиране
- **Пример:**

```
Bot::Bot(char const* _name, int _pts, char const* _algo,
         double _threshold, int _difficulty)
 : Player(_name, _pts), AI(_algo, _threshold),
   difficulty(_difficulty)
```

Конструктори и деструктори

- Конструкторите на производния клас трябва да указват как се конструират всяка една от наследените части
- Ако за някой от основните класове не е указан кой конструктор да се извика, тогава се извика този по подразбиране
- **Пример:**

```
Bot::Bot(char const* _name, int _pts, char const* _algo,
         double _threshold, int _difficulty)
 : Player(_name, _pts), AI(_algo, _threshold),
   difficulty(_difficulty)
```

- Деструкторите на основните класове се викат автоматично, без да правим каквото и да било

Предефинирани функции

Предефинираните функции могат да извикат съответна функция във всеки един от основните класове.

Предефинирани функции

Предефинираните функции могат да извикат съответна функция във всеки един от основните класове.

Пример:

```
void Bot::print() const {
  Player::print();
  AI::print();
  cout << "Ниво на трудност: " << difficulty << endl;
}
```

Голямата четворка при множествено наследяване

- Системно генерираните методи от голямата четворка правят това, което трябва

Голямата четворка при множествено наследяване

- Системно генерираните методи от голямата четворка правят това, което трябва
- Конструкторът по подразбиране на производния клас извиква съответните конструктори по подразбиране на основните класове

Голямата четворка при множествено наследяване

- Системно генерираните методи от голямата четворка правят това, което трябва
- Конструкторът по подразбиране на производния клас извиква съответните конструктори по подразбиране на основните класове
- Конструкторът за копиране на производния клас извиква съответните конструктори за копиране на основните класове

Голямата четворка при множествено наследяване

- Системно генерираните методи от голямата четворка правят това, което трябва
- Конструкторът по подразбиране на производния клас извиква съответните конструктори по подразбиране на основните класове
- Конструкторът за копиране на производния клас извиква съответните конструктори за копиране на основните класове
- Операцията за присвояване на производния клас извиква съответните операции за присвояване на основните класове

Голямата четворка при множествено наследяване

- Системно генерираните методи от голямата четворка правят това, което трябва
- Конструкторът по подразбиране на производния клас извиква съответните конструктори по подразбиране на основните класове
- Конструкторът за копиране на производния клас извиква съответните конструктори за копиране на основните класове
- Операцията за присвояване на производния клас извиква съответните операции за присвояване на основните класове
- Винаги редът е същият като реда на наследяване

Проблеми при множественото наследяване

- Усложнява се йерархията (става по-трудна за поддържане)

Проблеми при множественото наследяване

- Усложнява се йерархията (става по-трудна за поддържане)
- Нееднозначности при обръщения към компоненти на клас

Проблеми при множественото наследяване

- Усложнява се йерархията (става по-трудна за поддържане)
- Неоднозначности при обръщения към компоненти на клас
  - коя от няколкото наследени компоненти се има предвид?

Проблеми при множественото наследяване

- Усложнява се йерархията (става по-трудна за поддържане)
- Неоднозначности при обръщения към компоненти на клас
  - коя от няколкото наследени компоненти се има предвид?
- **Пример:**

```
bool Player::operator>(Player const& p) const
{ return points > p.points; }
bool AI::operator>(AI const& ai) const
{ return threshold > ai.threshold; }
```

Проблеми при множественото наследяване

- Усложнява се йерархията (става по-трудна за поддържане)
- Неоднозначности при обръщения към компоненти на клас
  - коя от няколкото наследени компоненти се има предвид?
- **Пример:**

```
bool Player::operator>(Player const& p) const
{ return points > p.points; }
bool AI::operator>(AI const& ai) const
{ return threshold > ai.threshold; }
Bot bot1("Deep Thought", 20, "minimax", 3.8, 5),
          bot2("HAL 9000", 40, "alpha-beta", 1.9, 15);
```

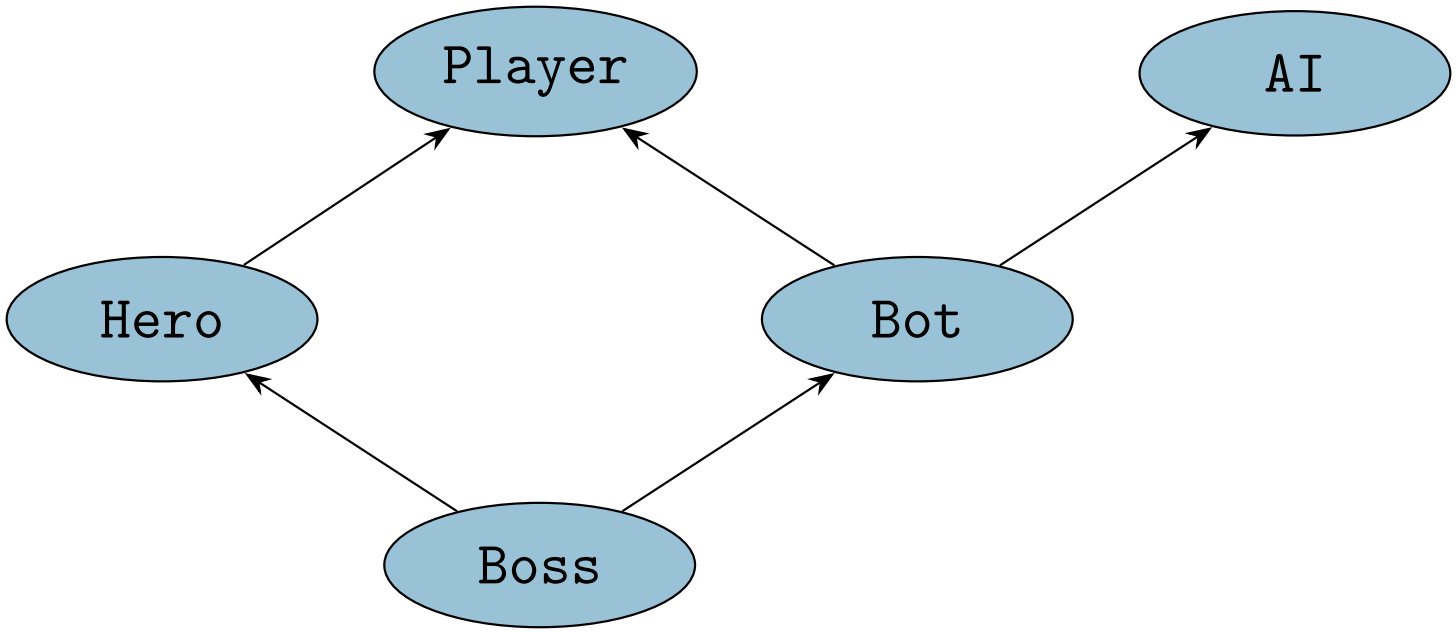
Проблеми при множественото наследяване

- Усложнява се йерархията (става по-трудна за поддържане)
- Неоднозначности при обръщения към компоненти на клас
  - коя от няколкото наследени компоненти се има предвид?
- **Пример:**

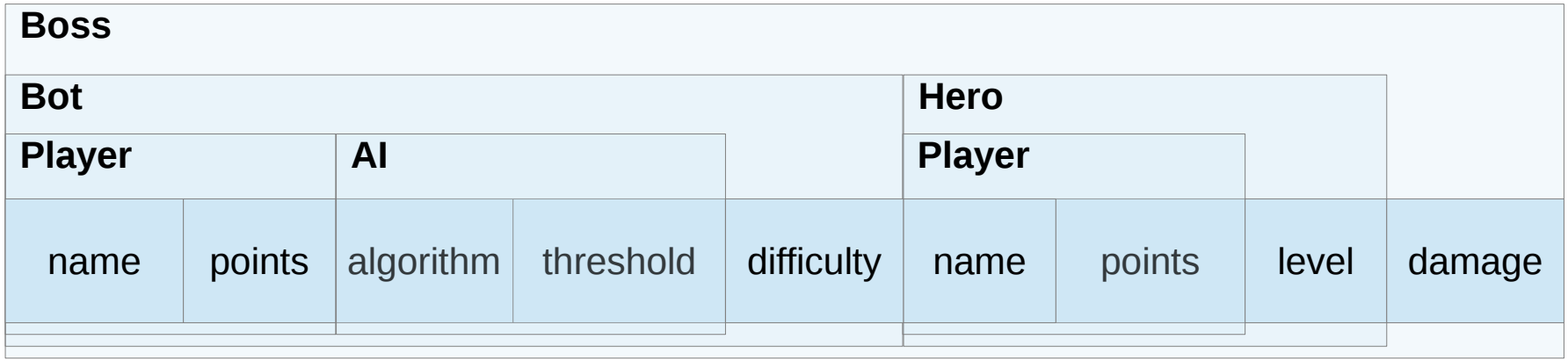
```
bool Player::operator>(Player const& p) const
{ return points > p.points; }
bool AI::operator>(AI const& ai) const
{ return threshold > ai.threshold; }
Bot bot1("Deep Thought", 20, "minimax", 3.8, 5),
          bot2("HAL 9000", 40, "alpha-beta", 1.9, 15);
if (bot1 > bot2) cout << bot1 << "е по-добър";
```

Косвено повторно наследяване

Deadly Diamond of Death

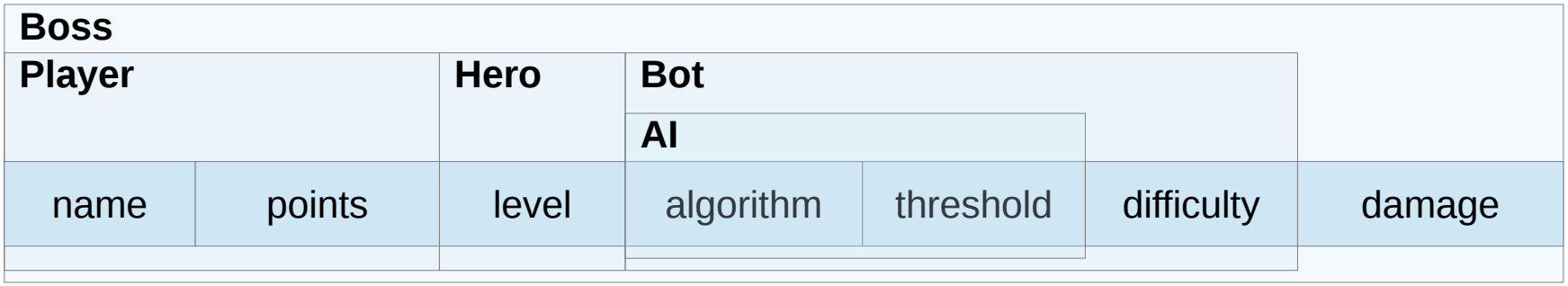


Физическо представяне на диаманта



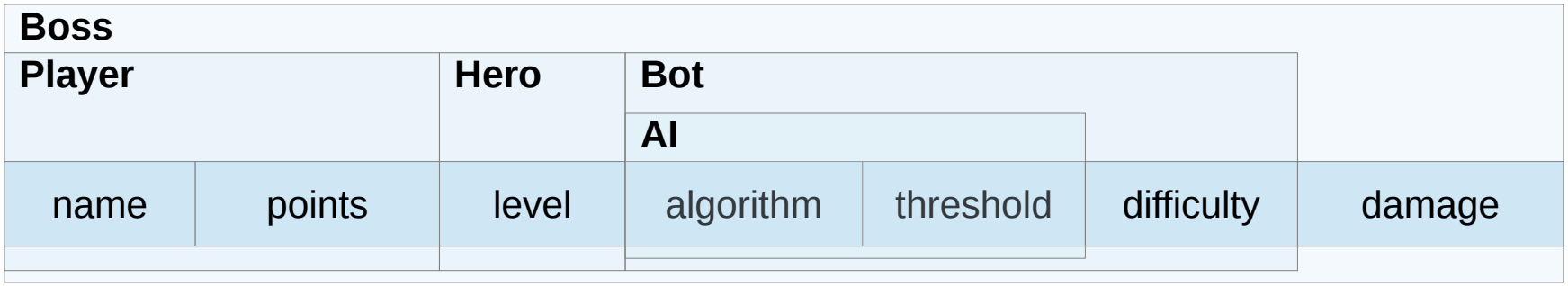
- Всяка компонента на `Player` се повтаря
- Коя наследена компонента ще върне `(Player)boss`?
- Ако `Boss b`, какво ще върне `b.getName()`?
- Раздвояване на личността!
- Какво всъщност искаме да се получи?

Желаното физическо представяне



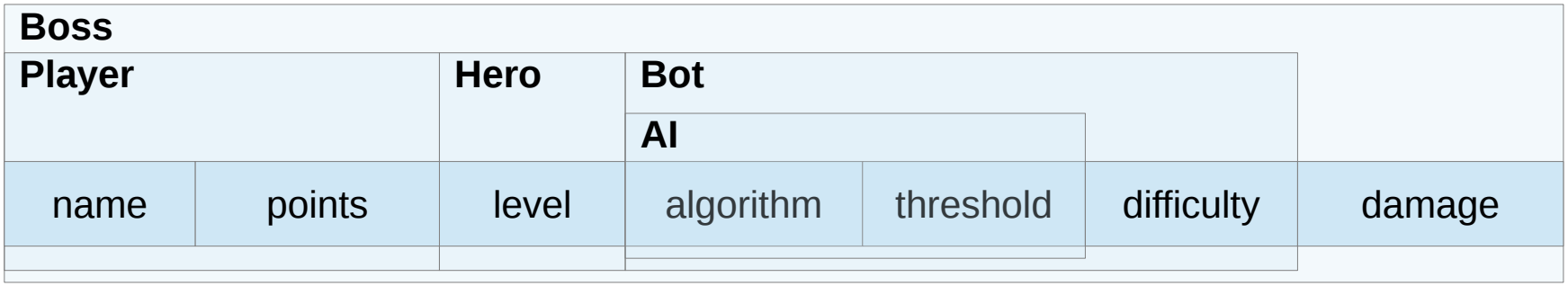
- Искаме да разрешим нееднозначността като поддържаме единствено копие на общия пра-основен клас

Желаното физическо представяне



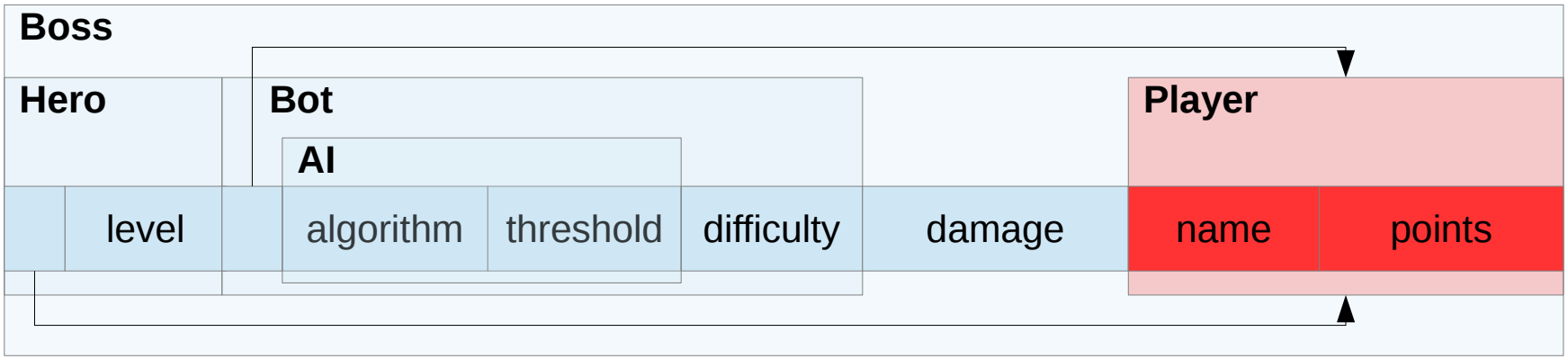
- Искаме да разрешим нееднозначността като поддържаме единствено копие на общия пра-основен клас
- Проблем: нарушаваме структурата на йерархията!

Желаното физическо представяне



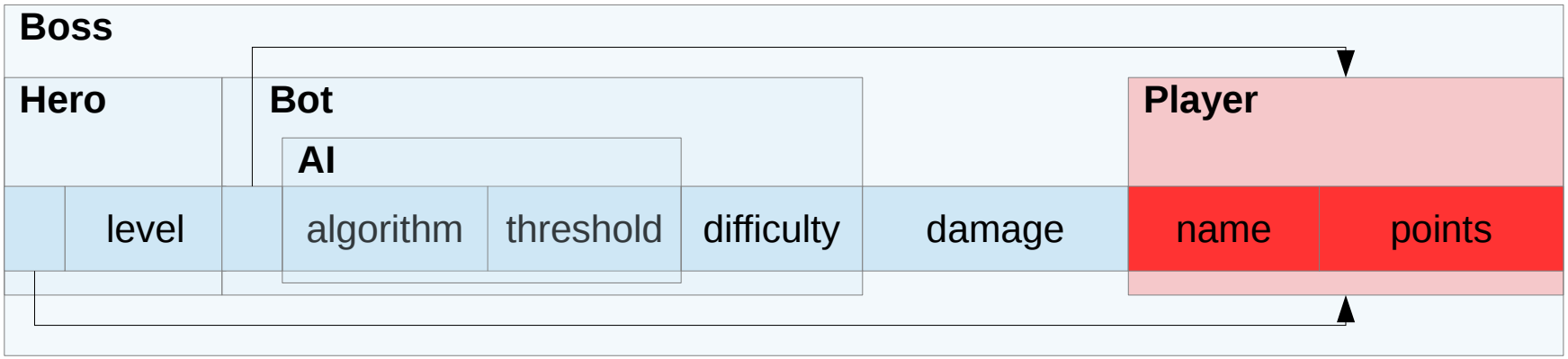
- Искаме да разрешим нееднозначността като поддържаме единствено копие на общия пра-основен клас
- Проблем: нарушаваме структурата на йерархията!
- Ако преобразуваме `Boss` до `Bot`, няма да можем да го преобразуваме после до `Player`!

Правилното физическо представяне



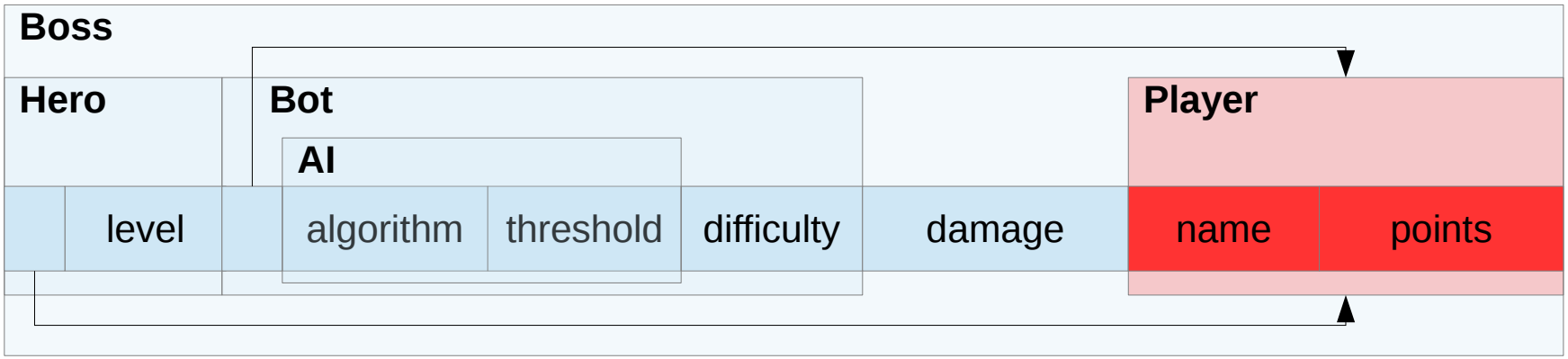
- Свързано представяне на веригата от наследници!

Правилното физическо представяне



- Свързано представяне на веригата от наследници!
- `Player` е споделен основен клас за `Hero` и `Bot`

Правилното физическо представяне



- Свързано представяне на веригата от наследници!
- `Player` е споделен основен клас за `Hero` и `Bot`
- Такъв основен клас наричаме **виртуален**

Виртуални основни класове

- ```
  class Hero : virtual public Player { ... }
  class Bot : virtual public Player, public AI { ... }
  ```
  ```

Виртуални основни класове

- ```
  class Hero : virtual public Player { ... }
  class Bot : virtual public Player, public AI { ... }
  ```
- Един клас не може да е виртуален сам по себе си, той може да бъде наследен виртуално, т.е. да е виртуален основен клас
  ```

Виртуални основни класове

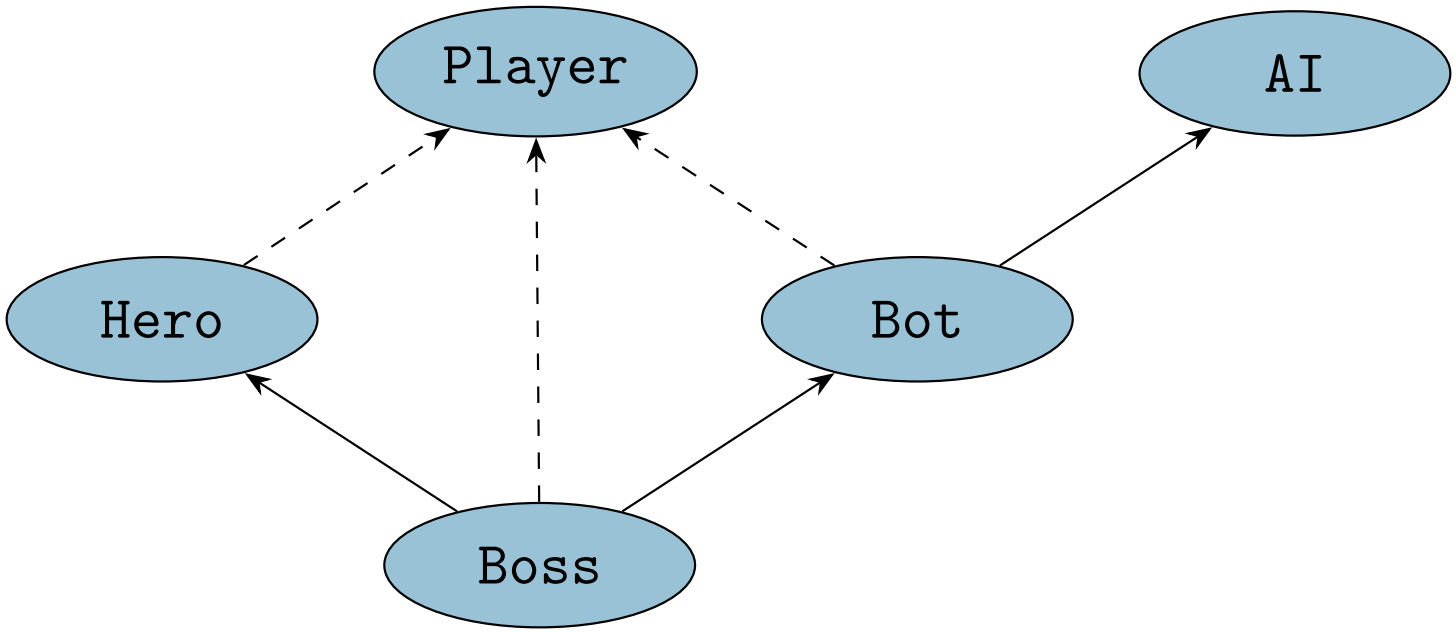
- ```
  class Hero : virtual public Player { ... }
  class Bot : virtual public Player, public AI { ... }
  ```
- Един клас не може да е виртуален сам по себе си, той може да бъде наследен виртуално, т.е. да е виртуален основен клас
- Всеки клас може да бъде наследен както виртуално, така и обикновено
  ```

Виртуални основни класове

- `class Hero : virtual public Player { ... }`
  `class Bot : virtual public Player, public AI { ... }`
- Един клас не може да е виртуален сам по себе си, той може да бъде наследен виртуално, т.е. да е виртуален основен клас
- Всеки клас може да бъде наследен както виртуално, така и обикновено
- **Транзитивност:**
  Ако класът `B` виртуално наследява `A` и `C` наследява (невиртуално) `B`, то `C` автоматично виртуално наследява `A`

Виртуално косвено повторно наследяване

aka Escaping the Deadly Diamond of Death



Особености на виртуалните класове

- Виртуалността на основните класове се разпространява автоматично по йерархията
- Затова всеки клас, трябва да се "грижи" за всичките си виртуални основни класове, вместо да разчита за тази грижа на своите директни родители
  - при обикновеното наследяване важи "моделът на лука" и класът трябва да делегира само на директните си родители

Конструктори на виртуални класове

- **Пример:**

```
Boss(char const* _name, int _pts, int _lvl,
     char const* _algo, double _threshold,
     int _difficulty, int _damage) :
  damage(_damage),
  Hero(_name, _pts, _lvl),
  Bot(_name, _pts, _algo, _threshold, _difficulty) {}
```

Конструктори на виртуални класове

- **Пример:**

```
Boss(char const* _name, int _pts, int _lvl,
     char const* _algo, double _threshold,
     int _difficulty, int _damage) :
  damage(_damage),
  Hero(_name, _pts, _lvl),
  Bot(_name, _pts, _algo, _threshold, _difficulty) {}
```

- Колко пъти и кой конструктор на `Player` ще се извика?

Конструктори на виртуални класове

- **Пример:**

```
Boss(char const* _name, int _pts, int _lvl,
     char const* _algo, double _threshold,
     int _difficulty, int _damage) :
  damage(_damage),
  Hero(_name, _pts, _lvl),
  Bot(_name, _pts, _algo, _threshold, _difficulty) {}
```

- Колко пъти и кой конструктор на `Player` ще се извика?
  - един път конструкторът по подразбиране!

Конструктори на виртуални класове

- **Пример:**

```
Boss(char const* _name, int _pts, int _lvl,
     char const* _algo, double _threshold,
     int _difficulty, int _damage) :
  damage(_damage),
  Hero(_name, _pts, _lvl),
  Bot(_name, _pts, _algo, _threshold, _difficulty) {}
```

- Колко пъти и кой конструктор на `Player` ще се извика?
  - един път конструкторът по подразбиране!
- Отговорността за извикване на конструктора на `Player` е на `Boss`

Конструктори на виртуални класове

- **Пример:**

```
Boss(char const* _name, int _pts, int _lvl,
     char const* _algo, double _threshold,
     int _difficulty, int _damage) :
  damage(_damage),
  Hero(_name, _pts, _lvl),
  Bot(_name, _pts, _algo, _threshold, _difficulty) {}
```

- Колко пъти и кой конструктор на `Player` ще се извика?
  - един път конструкторът по подразбиране!
- Отговорността за извикване на конструктора на `Player` е на `Boss`
- Понеже `Boss(...)` не извиква конструктор на `Player`, се извиква конструкторът по подразбиране

Конструктори на виртуални класове

- **Пример:**

```
Boss(char const* _name, int _pts, int _lvl,
     char const* _algo, double _threshold,
     int _difficulty, int _damage) :
  damage(_damage),
  Hero(_name, _pts, _lvl),
  Bot(_name, _pts, _algo, _threshold, _difficulty) {}
```

- Колко пъти и кой конструктор на `Player` ще се извика?
  - един път конструкторът по подразбиране!
- Отговорността за извикване на конструктора на `Player` е на `Boss`
- Понеже `Boss(...)` не извиква конструктор на `Player`, се извиква конструкторът по подразбиране
- Компилаторът игнорира извикванията на конструкторите на `Player` в конструкторите на `Hero` и `Bot`!

Конструктори на виртуални класове

- **Пример:**

```
Boss(char const* _name, int _pts, int _lvl,
     char const* _algo, double _threshold,
     int _difficulty, int _damage) :
  damage(_damage),
  Hero( NULL, 0, _lvl),
  Bot(NULL, 0, _algo, _threshold, _difficulty),
  Player(_name, _pts) {}
```

Конструктори на виртуални класове

- **Пример:**

```
Boss(char const* _name, int _pts, int _lvl,
     char const* _algo, double _threshold,
     int _difficulty, int _damage) :
  damage(_damage),
  Hero( NULL, 0, _lvl),
  Bot(NULL, 0, _algo, _threshold, _difficulty),
  Player(_name, _pts) {}
```

- Ако клас MegaBoss наследява Boss, то конструкторът на MegaBoss също трябва да извиква явно конструктора на Player

Конструктори на виртуални класове

- **Пример:**

```
Boss(char const* _name, int _pts, int _lvl,
     char const* _algo, double _threshold,
     int _difficulty, int _damage) :
  damage(_damage),
  Hero( NULL, 0, _lvl),
  Bot(NULL, 0, _algo, _threshold, _difficulty),
  Player(_name, _pts) {}
```

- Ако клас MegaBoss наследява Boss, то конструкторът на MegaBoss също трябва да извиква явно конструктора на Player
- Конструкторите на виртуални основни класове винаги се извикват първи!

Други проблеми на косвеното повторно наследяване

- Нееднозначността е на концептуално ниво, не е достатъчно да използваме виртуално наследяване, за да я разрешим!

Други проблеми на косвеното повторно наследяване

- Нееднозначността е на концептуално ниво, не е достатъчно да използваме виртуално наследяване, за да я разрешим!
- При операциите, които са общи за всички класове от йерархията, ще се получи повторение

Други проблеми на косвеното повторно наследяване

- Нееднозначността е на концептуално ниво, не е достатъчно да използваме виртуално наследяване, за да я разрешим!
- При операциите, които са общи за всички класове от йерархията, ще се получи повторение
- **Примери:**

Други проблеми на косвеното повторно наследяване

- Неяснотата е на концептуално ниво, не е достатъчно да използваме виртуално наследяване, за да я разрешим!
- При операциите, които са общи за всички класове от йерархията, ще се получи повторение
- **Примери:**
  - `Boss::print` ще отпечатва една и съща `Player` част два пъти

Други проблеми на косвеното повторно наследяване

- Неяснотата е на концептуално ниво, не е достатъчно да използваме виртуално наследяване, за да я разрешим!
- При операциите, които са общи за всички класове от йерархията, ще се получи повторение
- **Примери:**
  - `Boss::print` ще отпечатва една и съща `Player` част два пъти
  - `Boss::read` ще въвежда `Player` частта два пъти

Други проблеми на косвеното повторно наследяване

- Нееднозначността е на концептуално ниво, не е достатъчно да използваме виртуално наследяване, за да я разрешим!
- При операциите, които са общи за всички класове от йерархията, ще се получи повторение
- **Примери:**
  - `Boss::print` ще отпечатва една и съща `Player` част два пъти
  - `Boss::read` ще въвежда `Player` частта два пъти
  - `operator=` ще копира `Player` частта два пъти

Избягване на повторенията

- Следваме примера на конструкторите на виртуални класове
- Всеки клас извиква директно операцията за всичките си виртуални основни класове
- Всеки клас има вариант на операцията, в който се пропуска извикването на операцията за виртуалните основни класове

Избягване на повторенията — пример

`printDirect` извежда собствените член-данни и член-данните на обикновените основни класове:

```
void <клас>::printDirect(std::ostream& os) const {
  <невиртуален-основен-клас>::printDirect(os);
  <извеждане-на-собствените-член-данни>
}
```

Избягване на повторенията — пример

`printDirect` извежда собствените член-данни и член-данните на обикновените основни класове:

```
void <клас>::printDirect(std::ostream& os) const {
  <невиртуален-основен-клас>::printDirect(os);
  <извеждане-на-собствените-член-данни>
}
```

`print` извежда всичко като `printDirect` и в допълнение и член-данните на виртуалните основни класове:

```
void <клас>::print(std::ostream& os) const {
  <виртуален-основен-клас>::print(os);
  printDirect(os);
}
```