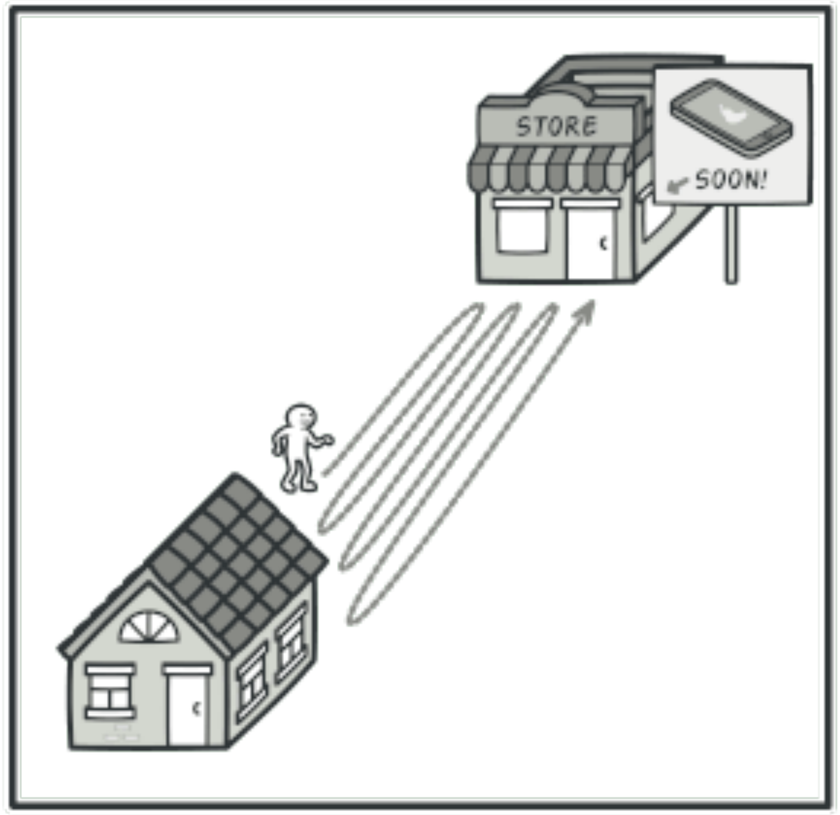
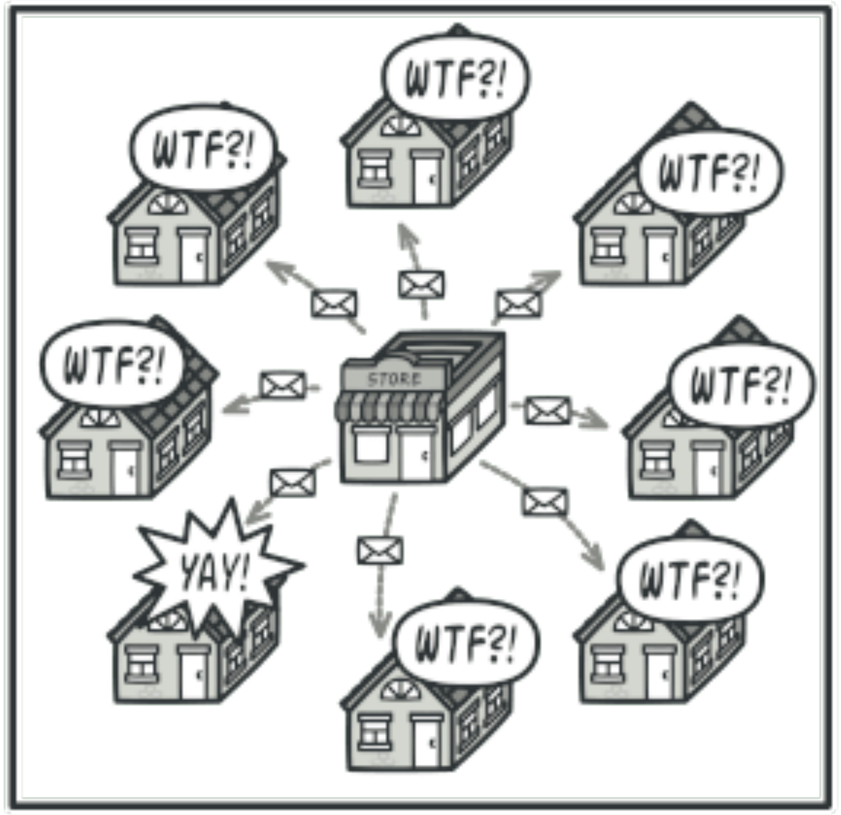
# Observer Pattern

## Вибрані питання програмної інженерії

Яременко Петро, ФІ БП КН-4, 2024

# Проблема

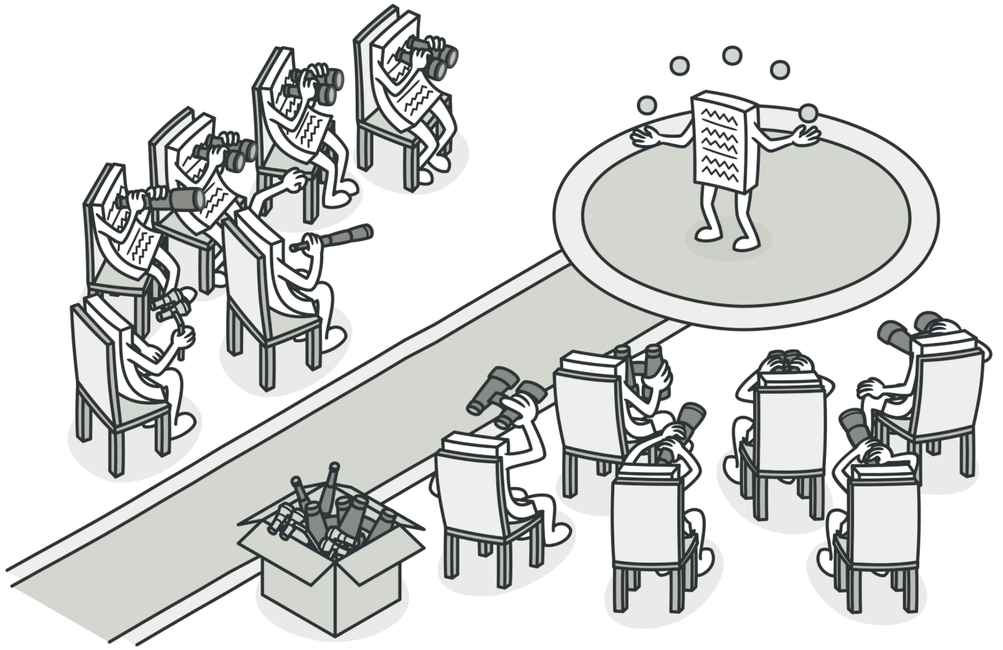


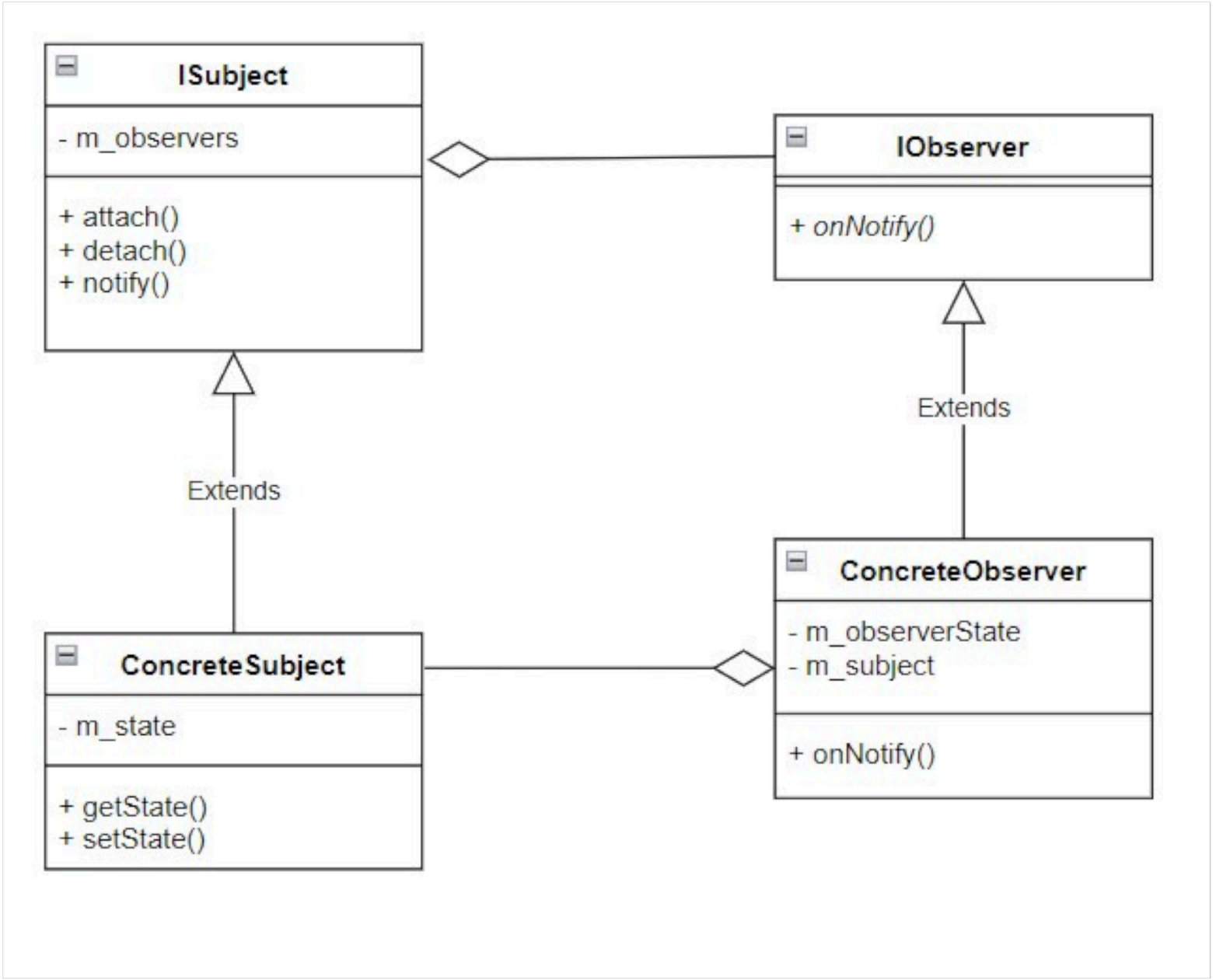

Або клієнт витрачає час на перевірку наявності продукту, або магазин витрачає ресурси на сповіщення неправильних клієнтів.

# Рішення

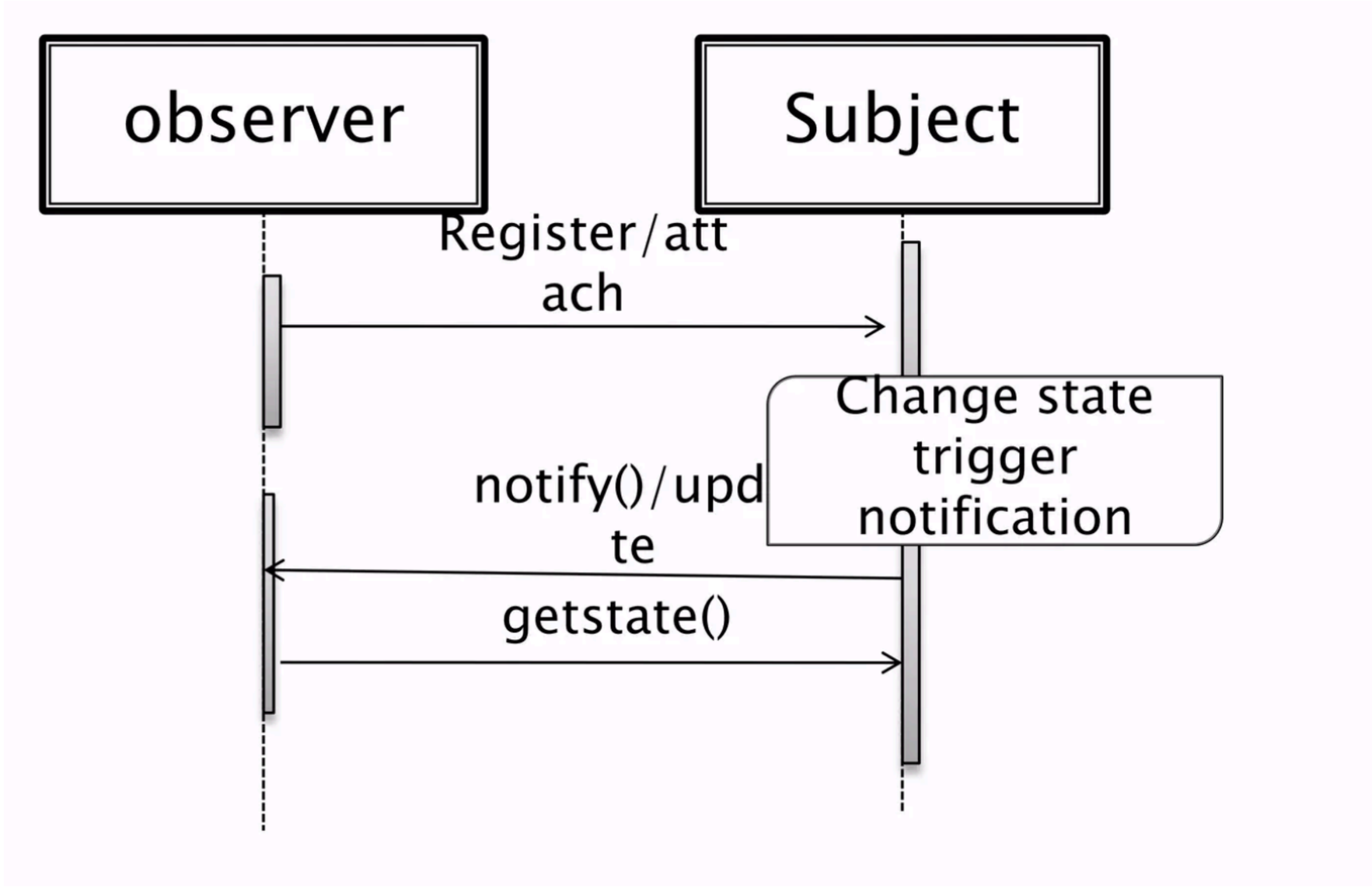
**Паттерн програмування "Observer"** — це паттерн проектування, який використовується для створення механізму subscription, щоб сповіщати об'єкти про будь-які зміни стану у observable об'єкті. Цей паттерн входить до категорії поведінкових паттернів, оскільки він визначає спосіб комунікації та взаємодії об’єктів.



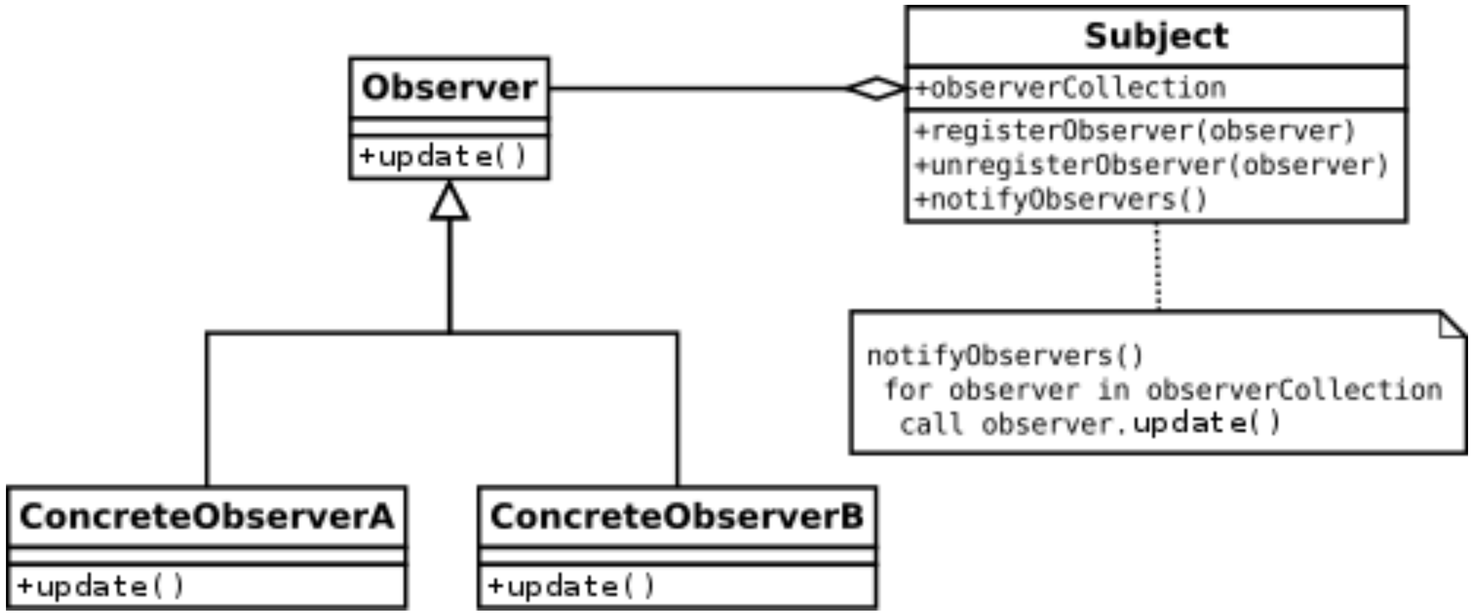
# Observer GoF



# Sequence diagram



# Основні ролі




- **Subject (Суб'єкт)**: Це об'єкт, який має стан і може сповіщати своїх спостерігачів про будь-які зміни свого стану.
- **Observer (Спостерігач)**: Це об'єкт, який очікує на зміни у суб'єкта і реагує на них.

# Subject

```rust
// Define a class to manage subjects and their observers.
1 implementation
pub struct Subject {
    observers: Vec<Arc<dyn Observer + Send + Sync>>,
}
```

```rust
// Implementation for Subject.
impl Subject {
    // Constructor for Subject, initializing an empty list of observers.
    pub fn new() -> Self {
        Self {
            observers: Vec::new(),
        }
    }

    // Method to add observers to the Subject.
    pub fn add_observer(&mut self, observer: Arc<dyn Observer + Send + Sync>) {
        self.observers.push(observer);
    }

    // Notify all observers about an order.
    pub async fn notify_observers(&self, order: &Order) {
        let mut handles: Vec<JoinHandle<()>> = vec![];
        for observer: &Arc<dyn Observer + Send + Sync> in &self.observers {
            handles.push(observer.notify(order));
        }

        for handle: JoinHandle<()> in handles {
            handle.await.unwrap();
        }
    }


    pub async fn place_order(&mut self, order: Order) {
        self.notify_observers(&order).await;
    }
} impl Subject
```

# Observer

```rust
pub trait Observer {
    // Notify method which takes an order reference and returns a join handle.
    fn notify(&self, order: &Order) -> tokio::task::JoinHandle<()>;
}
```

```rust
// Implement the Observer trait for PaymentGateway.
impl Observer for PaymentGateway {
    // Method to handle notification logic for PaymentGateway.
    fn notify(&self, order: &Order) -> tokio::task::JoinHandle<()> {
        let id: u32 = order.order_id;
        let product: String = order.product_name.clone();
        let quantity: u32 = order.quantity;
        let identifier: String = self.identifier.clone();
        tokio::spawn(future: async move {
            sleep(Duration::from_secs(1)).await;  // Simulate a 1-second verification time
            println!("{} verified payment details for Order {}: {} x {}",
                     identifier, id, product, quantity);
        })
    }
}
```

```rust
// Implement the Observer trait for EmailNotifier.
impl Observer for EmailNotifier {
    // Method to handle notification logic for EmailNotifier.
    fn notify(&self, order: &Order) -> tokio::task::JoinHandle<()> {
        let id: u32 = order.order_id;
        let product: String = order.product_name.clone();
        let identifier: String = self.identifier.clone();
        tokio::spawn(future: async move {
            sleep(Duration::from_secs(1)).await;  // Simulate email sending delay
            println!("{} sent email confirmation for Order {}: {}", identifier, id, product);
        })
    }
}
```

```rust
// Implement the Observer trait for LogisticsManager.
impl Observer for LogisticsManager {
    // Method to handle notification logic for LogisticsManager.
    fn notify(&self, order: &Order) -> tokio::task::JoinHandle<()> {
        let id: u32 = order.order_id;
        let product: String = order.product_name.clone();
        let quantity: u32 = order.quantity;
        let identifier: String = self.identifier.clone();
        tokio::spawn(future: async move {
            sleep(Duration::from_secs(2)).await;  // Simulate logistics planning delay
            println!("{} arranged shipping for Order {}: {} x {}", identifier, id, product, quantity);
        })
    }
}
```

# Subscription

**Суб'єкт:**

- Веде список зареєстрованих спостерігачів.
- Надає методи для додавання та видалення спостерігачів зі списку.
- Коли стан суб'єкта змінюється, він запускає процес сповіщення.

**Спостерігач:**

- Реалізує інтерфейс або рису, яка визначає метод `notify`.
- Цей метод `notify` несе відповідальність за обробку сповіщення, отриманого від суб'єкта.
- Конкретні дії, що виконуються в `notify`, залежать від мети спостерігача.

# Tests

```rust
#[tokio::main]
▶ Run | Debug
async fn main() {
    // Create a new Subject instance to manage order notifications.
    let mut subject: Subject = Subject::new();

    // Create thread-safe shared instances of order processing components using Arc.
    let payment_processor: Arc<PaymentProcessor> = Arc::new(data: PaymentProcessor::new(identifier: "PaymentProcessor"));
    let payment_gateway: Arc<PaymentGateway> = Arc::new(data: PaymentGateway::new(identifier: "PaymentGateway"));
    let inventory_manager: Arc<InventoryManager> = Arc::new(data: InventoryManager::new(identifier: "InventoryManager"));
    let email_notifier: Arc<EmailNotifier> = Arc::new(data: EmailNotifier::new(identifier: "EmailNotifier"));
    let logistics_manager: Arc<LogisticsManager> = Arc::new(data: LogisticsManager::new(identifier: "LogisticsManager"));

    // Register all observers with the Subject for order notifications.
    subject.add_observer(payment_processor.clone()); // Clone Arc to avoid ownership issues
    subject.add_observer(payment_gateway.clone());
    subject.add_observer(inventory_manager.clone());
    subject.add_observer(email_notifier.clone());
    subject.add_observer(logistics_manager.clone());

    // Simulate multiple orders
    let orders: Vec<Order> = vec![
        Order::new(101, "Super Widget", 10),
        Order::new(102, "Ultra Gadget", 5),
        Order::new(103, "Mega Toolset", 3),
    ];

    for order: Order in orders {
        // Place each order asynchronously using await within the loop.
        subject.place_order(order.clone()).await;
        println!("Completed processing for Order {}", order.order_id);
    }
} fn main
```

# Нюанси

- У суб’єкті зберігається лише список сопстерігачів
- Не потрібно вказувати, звідки повідомлення
- Спостерігач сам вирішує на кого підписуватись та як реагувати
- Комунікація між різними рівнями
- Ланцюг оновлень після зміни стану

# Переваги

- Мінімальний зв'язок між Суб'єктом та Спостерігачем:
- Можна повторно використовувати суб'єкт без повторного використання їх спостерігачів і навпаки.
- Спостерігачі можуть бути додані без зміни суб'єкта.
- Все, що знає суб'єкт, це його список спостерігачів, отже, відбувається декаплінг.
- Суб'єкту не потрібно знати конкретний клас спостерігача.

# Недоліки та складнощі

- Можливість витоку пам'яті
- Навантаження на публікацію подій
- Взаємозв'язок між видавцем та підписниками
- Необхідність оновлення всіх підписників
- Синхронізація при багатопотоковості
- Підвищена складність при великій кількості подій та підписників

# Приклади

- Stock price updates
- Social media feeds
- Email notifications
- News aggregators
- Game score updates
- Online auction updates
- Task management updates

# Порівняння з іншими паттернами

**Порівняння з паттерном "Callback"**

У паттерні "Callback" функція передається як аргумент іншій функції для виклику у відповідь на певну подію. Паттерн "Observer" використовує об'єкти, які взаємодіють один з одним, замість функцій. Використання об'єктів може бути більш гнучкою або структурованою, особливо для більш складних взаємодій.

**Порівняння з паттерном "Mediator"**

У паттерні "Mediator" об'єкт, відомий як посередник, виступає посередником між різними компонентами програми, сприяючи їх взаємодії. У порівнянні з "Observer", де об'єкти підписуються один на одного, у "Mediator" всі взаємодії відбуваються через посередника, що робить систему менш зв'язаною.

**Порівняння з паттерном "State" (стан)**

У паттерні "State" об'єкт змінює свій стан, і його поведінка змінюється відповідно до цього стану. Паттерн "Observer" може використовуватися для сповіщення про зміну стану об'єкта і оновлення відповідних підписників. Обидва паттерни можуть співпрацювати для організації складних систем з внутрішніми станами та поведінкою.

# Висновки

**Рекомендується:**

- *Коли декілька об'єктів повинні реагувати на зміни стану одного об'єкта.*
- *Для динамічного додавання/видалення спостерігачів.*
- *Для чіткого розділення логіки суб'єкта та спостерігачів.*

**Не рекомендується:**

- *Коли важлива продуктивність, а спостерігачів багато.*
- *Для простих сценаріїв взаємодії між об'єктами.*
- *Коли складно відстежувати залежності між об'єктами.*

Патерн Observer є цінним інструментом для розробки динамічних та гнучких програм. Він добре підходить для ситуацій, коли декілька об'єктів повинні реагувати на зміни стану одного об'єкта.
Важливо ретельно оцінити плюси та мінуси цього патерну перед його використанням, щоб переконатися, що він відповідає потребам вашого проекту.

# Джерела


- Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software" (The "Gang of Four" book) - Еріх Гамма, Річард Хелм, Ральф Джонсон, Джон Вліссідес.
- "Head First Design Patterns" - Ерік Фрімен, Елізабет Фрімен, Кеті С'єра, Берт Бейтс.
- "Patterns of Enterprise Application Architecture" - Мартін Фаулер.