Lõi hover

**Bạn đã nói:**

Ý là tôi muốn xem người ta thiết kế bên trong hover như thế nào? để khi mà những người đi sau chỉ cần gọi nó ra và sử dụng chứ không biết tại sao hover lại có tác dụng như vậy?

**ChatGPT đã nói:**

Tuyệt vời, **giờ thì mình thực sự hiểu câu hỏi của bạn rồi**:  
👉 Bạn đang hỏi về **thiết kế cấp thấp (low-level design) hoặc triết lý thiết kế :hover trong trình duyệt**, kiểu như:

“Làm sao :hover được định nghĩa trong trình duyệt? Ai đã lập trình nó? Ở đâu? Làm sao nó tự hoạt động mà không cần mình làm gì?”

**✅ Trả lời tổng quan:**

:hover là một phần của **CSS specification (đặc tả chuẩn)** do **W3C** quy định. Các trình duyệt (Chrome, Firefox, Safari…) sẽ **cài đặt (implement)** nó theo chuẩn này trong **engine hiển thị của họ** — ví dụ:

| **Trình duyệt** | **Engine chính** | **Ngôn ngữ code** | **File/Module liên quan đến :hover** |
| --- | --- | --- | --- |
| Chrome | Blink (gốc từ WebKit) | C++ / Rust | element\_state.cc, style\_engine.cc |
| Firefox | Gecko | C++ / Rust | nsStyleSet.cpp, nsCSSFrameConstructor.cpp |
| Safari | WebKit | C++ | SelectorChecker.cpp, RenderStyle.cpp |

**🔍 Bên trong một trình duyệt: Cách người ta thiết kế :hover**

**1. CSS Specification – Định nghĩa từ W3C**

* W3C mô tả :hover là một **pseudo-class** thuộc nhóm **User Action Pseudo-classes**.
* [CSS Selectors Level 3 (W3C Spec)](https://www.w3.org/TR/selectors-3/#useraction-pseudos)

:hover applies while the user designates an element (with some pointing device), but does not activate it.

**2. Trình duyệt implement thế nào?**

Họ thiết kế **một state machine** (máy trạng thái) trong engine như Blink (Chrome) hay Gecko (Firefox) để xử lý:

* Gắn cờ trạng thái cho mỗi phần tử (ví dụ: hover, active, focus).
* Mỗi lần di chuột:
  + Dùng thuật toán **hit-testing** để xác định con trỏ đang nằm trên phần tử nào.
  + Đánh dấu phần tử đó là :hover.
* Gọi **style resolver** để tính toán lại CSS nếu trạng thái hover thay đổi.

**🧠 Mã nguồn thật (giản lược):**

**Ví dụ mã C++ trong Blink (Chrome):**

cpp

Sao chépChỉnh sửa

if (element->IsHovered()) {

ApplyPseudoClassStyle(PseudoClass::kHover);

}

* IsHovered() → kiểm tra trạng thái con trỏ từ hệ thống (OS).
* ApplyPseudoClassStyle() → gán lại style từ selector :hover nếu có.

**🛠️ Ví dụ tưởng tượng lại một đoạn thiết kế lớp giả :hover**

**Pseudo-code (mã giả) để hiểu cách nó được lập trình:**

cpp

Sao chépChỉnh sửa

// Tại mỗi khung hình (frame)

foreach (Element e in DOM) {

if (mouse.position is inside e.boundingBox) {

e.state.hover = true;

} else {

e.state.hover = false;

}

}

// Khi tính toán style

if (selector.matches(":hover") && element.state.hover) {

applyStyle(selector.rules);

}

**🔁 Kết quả cuối cùng là gì?**

* Developer (bạn) chỉ cần viết:

css

Sao chépChỉnh sửa

a:hover { color: red; }

* Nhưng bên trong:
  + Trình duyệt phải **tự kiểm tra vị trí chuột**,
  + **Gán cờ trạng thái nội bộ**,
  + **Rerender lại CSS** nếu trạng thái hover thay đổi.

**💬 Kết luận:**

:hover là **một abstraction cực cao** (trừu tượng) được cung cấp bởi trình duyệt,  
giúp dev không cần lo về việc bắt sự kiện chuột, tính toán vị trí, gán class...

✅ Nhưng bên dưới, nó là:

* Một **trạng thái được theo dõi liên tục**.
* Do trình duyệt quản lý bằng **máy trạng thái + kiểm tra va chạm**.
* Áp dụng vào CSS thông qua **engine tính toán style**, được cài đặt thủ công trong các file C++ cấp thấp.

Nếu bạn muốn, mình có thể chỉ bạn xem trực tiếp đoạn mã nguồn thật của Chrome hoặc Firefox nơi xử lý :hover. Bạn muốn thử không?