



Data Engineering Internship Case Study

A Simplified Banking System

Trường: Đại học khoa học tự nhiên – ĐHQG TP Hồ Chí Minh

Chuyên ngành: Hệ thống thông tin

Họ và tên: Nguyễn Hoàng Vũ

Thành phố Hồ Chí Minh, ngày 21 tháng 07 năm 2025

Mục lục

1. Use Cases	1
1.1. Mở tài khoản ngân hàng online	1
1.2. Định danh cá nhân	3
1.3. Đăng nhập với mật khẩu	6
1.4. Đăng nhập với sinh trắc học	8
1.5. Mở tài khoản bổ sung online.....	10
1.6. Chuyển tiền liên ngân hàng.....	12
1.7. Chuyển tiền cùng ngân hàng.....	15
1.8. Thanh toán hóa đơn.....	18
2. Database design.....	21
2.1. Đặc tả cơ sở dữ liệu	21
2.1.1. Khách hàng(customer):	21
2.1.2. Mẫu khuôn mặt của khách hàng(face_template):.....	22
2.1.3. Tài khoản ngân hàng(bank_account).....	23
2.1.4. Thiết bị của khách hàng(customer_device).....	23
2.1.5. Log xác thực(authentication_log).....	24
2.1.6. Giao dịch(transaction)	25
2.2. Mô hình ER.....	27

1. Use Cases

1.1. Mở tài khoản ngân hàng online

Tên use case	Mở tài khoản ngân hàng online
Mô tả	Khách hàng mở tài khoản thông qua ứng dụng.
Sự kiện kích hoạt	Khách hàng nhấn vào nút 'Đăng ký' tại trang Đăng nhập.
Tác nhân	Khách hàng.
Use case liên quan	
Điều kiện tiên quyết	
Dòng sự kiện chính	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống hiển thị trang nhập số điện thoại. 2. Khách hàng nhập số điện thoại và nhấn nút 'TIẾP TỤC'. 3. Hệ thống kiểm tra số điện thoại. 4. Hệ thống gửi mã OTP đến cho khách hàng. 5. Khách hàng nhập mã OTP. 6. Hệ thống kiểm tra mã OTP khi khách hàng nhập đủ 4 số. 7. Hệ thống hiển thị trang 'Định danh cá nhân'. 8. Khách hàng nhấn nút 'Tiếp Tục'. 9. Hệ thống yêu cầu khách hàng chụp ảnh CCCD mặt trước. 10. Khách hàng chụp ảnh CCCD mặt trước. 11. Hệ thống kiểm tra ảnh CCCD mặt trước. 12. Hệ thống yêu cầu khách hàng chụp ảnh CCCD mặt sau. 13. Khách hàng chụp ảnh CCCD mặt sau. 14. Hệ thống kiểm tra ảnh CCCD mặt sau. 15. Hệ thống yêu cầu nhận diện chân dung của khách hàng. 16. Hệ thống so khớp khuôn mặt khách hàng với CCCD. 17. Hệ thống thông báo định danh thành công. 18. Hệ thống chuyển khách hàng đến trang 'Xác nhận thông tin'. 19. Khách hàng kiểm tra lại thông tin quét từ CCCD. 20. Khách hàng sửa/điền các trường thông tin còn sai/thiếu. 21. Khách hàng nhấn nút 'Xác nhận'.

Dòng sự kiện phụ	<p>A3 – Khách hàng nhập số điện thoại không hợp lệ (rẽ nhánh tại B3).</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo lỗi. Quay lại B1 trong dòng sự kiện chính. <p>A6 – Khách hàng nhập mã OTP không hợp lệ (rẽ nhánh tại B6).</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo lỗi. Quay lại B5. <p>A5 – Khách hàng muốn gửi lại OTP(rẽ nhánh tại B5).</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống xóa mã OTP cũ. Quay lại B4. <p>A11 – Khách hàng chụp ảnh CCCD mặt trước bị mờ(rẽ nhánh tại B11).</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo ảnh mặt trước CCCD bị mờ và yêu cầu khách hàng chụp lại. Quay lại B10. <p>A14 – Khách hàng chụp ảnh CCCD mặt sau bị mờ(rẽ nhánh tại B14).</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo ảnh mặt sau CCCD bị mờ và yêu cầu khách hàng chụp lại. Quay lại B13. <p>A16 – Hệ thống không so khớp được khuôn mặt(rẽ nhánh tại B16).</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo không nhận diện được. Quay lại bước B9.
Hậu điều kiện	<ul style="list-style-type: none"> - Customer identity và Bank account gốc được tạo ra. - Authentication và Devices logs được ghi nhận.

1.2. Định danh cá nhân

Tên use case	Định danh cá nhân
Mô tả	Định danh cá nhân.
Sự kiện kích hoạt	Khách hàng thực hiện xác minh danh tính bằng CCCD và sinh trắc học khuôn mặt.
Tác nhân	Khách hàng hoàn thành xác thực OTP và nhấn Tiếp tục tại trang Định danh cá nhân.
Use case liên quan	
Điều kiện tiên quyết	- Khách hàng đã mở tài khoản.
Dòng sự kiện chính	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống hiển thị trang Định danh cá nhân. 2. Khách hàng nhấn nút Tiếp tục. 3. Hệ thống yêu cầu khách hàng chụp ảnh CCCD mặt trước. 4. Khách hàng chụp ảnh CCCD mặt trước. 5. Hệ thống kiểm tra và xử lý ảnh CCCD mặt trước. 6. Hệ thống trích xuất thông tin từ CCCD mặt trước (OCR). 7. Hệ thống yêu cầu khách hàng chụp ảnh CCCD mặt sau. 8. Khách hàng chụp ảnh CCCD mặt sau. 9. Hệ thống kiểm tra và xử lý ảnh CCCD mặt sau. 10. Hệ thống trích xuất thông tin từ CCCD mặt sau (OCR). 11. Hệ thống yêu cầu khách hàng thực hiện nhận diện khuôn mặt. 12. Khách hàng đưa khuôn mặt lại gần camera. 13. Hệ thống chụp ảnh khuôn mặt khách hàng. 14. Hệ thống trích xuất đặc trưng khuôn mặt từ ảnh vừa chụp. 15. Hệ thống so khớp khuôn mặt khách hàng với ảnh trong CCCD. 16. Hệ thống tạo Face Template và lưu vào cơ sở dữ liệu. 17. Hệ thống cập nhật trạng thái định danh thành công cho khách hàng. 18. Hệ thống thông báo định danh thành công.
Dòng sự kiện phụ	A5 – Ảnh CCCD mặt trước không hợp lệ (rẽ nhánh tại B5):

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống thông báo ảnh CCCD mặt trước bị mờ, thiếu góc hoặc không rõ ràng. 2. Hệ thống yêu cầu khách hàng chụp lại. 3. Quay lại B4 trong dòng sự kiện chính. <p>A6 – Không thể trích xuất thông tin từ CCCD mặt trước (rẽ nhánh tại B6):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống thông báo không thể đọc thông tin từ CCCD. 2. Hệ thống yêu cầu khách hàng chụp lại ảnh rõ ràng hơn. 3. Quay lại B4. <p>A9 – Ảnh CCCD mặt sau không hợp lệ (rẽ nhánh tại B9):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống thông báo ảnh CCCD mặt sau bị mờ, thiếu góc hoặc không rõ ràng. 2. Hệ thống yêu cầu khách hàng chụp lại. 3. Quay lại B8 trong dòng sự kiện chính. <p>A10 – Không thể trích xuất thông tin từ CCCD mặt sau (rẽ nhánh tại B10):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống thông báo không thể đọc thông tin từ CCCD mặt sau. 2. Hệ thống yêu cầu khách hàng chụp lại ảnh rõ ràng hơn. 3. Quay lại B8. <p>A13 – Không phát hiện được khuôn mặt (rẽ nhánh tại B13):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống thông báo không phát hiện được khuôn mặt trong ảnh. 2. Hệ thống yêu cầu khách hàng điều chỉnh vị trí và ánh sáng. 3. Quay lại B12. <p>A14 – Chất lượng ảnh khuôn mặt kém (rẽ nhánh tại B14):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống thông báo ảnh khuôn mặt bị mờ hoặc không rõ ràng. 2. Hệ thống yêu cầu khách hàng chụp lại trong điều kiện ánh sáng tốt hơn. 3. Quay lại B12. <p>A15 – Khuôn mặt không khớp với CCCD (rẽ nhánh tại B15):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống thông báo khuôn mặt không khớp với ảnh trong CCCD.
--	--

	<ol style="list-style-type: none">2. Hệ thống yêu cầu khách hàng thử lại hoặc kiểm tra CCCD.3. Quay lại B11.
Hậu điều kiện	<ul style="list-style-type: none">- Thông tin khách hàng được cập nhật từ CCCD (họ tên, ngày sinh, số CCCD, địa chỉ).- Face Template được tạo và lưu vào bảng Face_Templates.- Trạng thái KYCCompletedAt được cập nhật.

1.3. Đăng nhập với mật khẩu

Tên use case	Đăng nhập với mật khẩu
Mô tả	Khách hàng đăng nhập vào hệ thống bằng username và mật khẩu.
Sự kiện kích hoạt	Khách hàng mở ứng dụng và chọn `Đăng nhập bằng mật khẩu`.
Tác nhân	Khách hàng.
Use case liên quan	
Điều kiện tiên quyết	- Khách hàng đã có tài khoản trong hệ thống
Dòng sự kiện chính	<ol style="list-style-type: none"> Hệ thống hiển thị màn hình đăng nhập. Khách hàng nhập username (số điện thoại hoặc ID khách hàng). Khách hàng nhập mật khẩu. Khách hàng nhấn nút ĐĂNG NHẬP. Hệ thống kiểm tra thông tin đăng nhập. Hệ thống kiểm tra thông tin thiết bị hiện tại. [Nếu thiết bị mới] Hệ thống gửi mã OTP qua SMS để xác thực thiết bị. [Nếu thiết bị mới] Khách hàng nhập mã OTP. [Nếu thiết bị mới] Hệ thống xác thực mã OTP. Hệ thống ghi nhận thông tin thiết bị và nhật ký đăng nhập. [Nếu thiết bị mới] Hệ thống gửi thông báo đăng nhập từ thiết bị mới qua SMS. Hệ thống cho phép khách hàng truy cập vào ứng dụng. Hệ thống hiển thị trang chủ với thông tin tài khoản.
Dòng sự kiện phụ	<p>A2 – Username không hợp lệ (rẽ nhánh tại B2)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo username không đúng định dạng. Quay lại B2. <p>A5 – Thông tin đăng nhập sai (rẽ nhánh tại B5)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo username hoặc mật khẩu không chính xác.

	<ol style="list-style-type: none">2. Hệ thống tăng số lần đăng nhập sai.3. Quay lại B2. <p>A8 – Khách hàng nhập sai mã OTP (rẽ nhánh tại B8)</p> <ol style="list-style-type: none">1. Hệ thống thông báo mã OTP sai.2. Quay lại B8.
Hậu điều kiện	<ul style="list-style-type: none">- Khách hàng đăng nhập thành công vào hệ thống.- Authentication và Device logs được ghi nhận.

1.4. Đăng nhập với sinh trắc học

Tên use case	Đăng nhập với sinh trắc học
Mô tả	Khách hàng đăng nhập vào hệ thống bằng nhận diện khuôn mặt.
Sự kiện kích hoạt	Khách hàng mở ứng dụng và chọn `Đăng nhập bằng khuôn mặt`.
Tác nhân	Khách hàng.
Use case liên quan	
Điều kiện tiên quyết	- Khách hàng đã thiết lập sinh trắc học trong hệ thống.
Dòng sự kiện chính	<ol style="list-style-type: none"> Hệ thống hiển thị màn hình đăng nhập sinh trắc học. Hệ thống yêu cầu khách hàng đưa khuôn mặt vào khung hình. Khách hàng điều chỉnh vị trí khuôn mặt theo hướng dẫn. Hệ thống quét và phân tích khuôn mặt khách hàng. Hệ thống so khớp với dữ liệu sinh trắc học đã lưu. Hệ thống xác định danh tính khách hàng. Hệ thống kiểm tra thông tin thiết bị hiện tại. [Nếu thiết bị mới] Hệ thống yêu cầu nhập mã PIN bổ sung. [Nếu thiết bị mới] Khách hàng nhập mã PIN. [Nếu thiết bị mới] Hệ thống gửi mã OTP qua SMS để xác thực thiết bị. [Nếu thiết bị mới] Khách hàng nhập mã OTP. [Nếu thiết bị mới] Hệ thống xác thực mã OTP. Hệ thống ghi nhận thông tin thiết bị và nhật ký đăng nhập. [Nếu thiết bị mới] Hệ thống gửi thông báo đăng nhập từ thiết bị mới qua SMS. Hệ thống cho phép khách hàng truy cập vào ứng dụng. Hệ thống hiển thị trang chủ với thông tin tài khoản.
Dòng sự kiện phụ	A4 – Không phát hiện được khuôn mặt (rẽ nhánh tại B4) <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo không nhận diện được khuôn mặt. Hệ thống hướng dẫn khách hàng điều chỉnh ánh sáng và góc nhìn.

	<p>3. Quay lại B3.</p> <p>A5 – Sinh trắc học không khớp (rẽ nhánh tại B5)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống thông báo không nhận diện được danh tính. 2. Hệ thống tăng số lần xác thực sai. 3. Quay lại B2. <p>A5.1 – Xác thực sinh trắc học sai quá 3 lần (rẽ nhánh tại B5)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống chuyển sang phương thức đăng nhập bằng mật khẩu. 2. Chuyển sang use case "Đăng nhập với mật khẩu". <p>A9 – Khách hàng nhập sai mã PIN (rẽ nhánh tại B9)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống thông báo mã PIN sai. 2. Quay lại B8. <p>A11 – Khách hàng nhập sai mã OTP (rẽ nhánh tại B11)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống thông báo mã OTP sai. 2. Quay lại B11.
Hậu điều kiện	<ul style="list-style-type: none"> - Khách hàng đăng nhập thành công vào hệ thống. - Authentication và Device logs được ghi nhận.

1.5. Mở tài khoản bổ sung online

Tên use case	Mở tài khoản ngân hàng online
Mô tả	Khách hàng mở thêm tài khoản thông qua ứng dụng.
Sự kiện kích hoạt	Khách hàng nhấn vào nút `Mở tài khoản mới`.
Tác nhân	Khách hàng.
Use case liên quan	
Điều kiện tiên quyết	Khách hàng đã đăng nhập vào hệ thống.
Dòng sự kiện chính	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống hiển thị trang `Mở tài khoản mới`. 2. Khách hàng chọn loại tài khoản muốn mở. 3. Hệ thống hiển thị thông tin cá nhân để khách hàng cập nhật hoặc xác nhận luôn. 4. Hệ thống yêu cầu khách hàng nhập số tiền muốn gửi vào tài khoản. 5. Khách hàng nhập số tiền muốn gửi vào tài khoản mới. 6. Hệ thống hiển thị các tài khoản hiện có để khách hàng chọn rút tiền từ tài khoản nào. 7. Khách hàng chọn tài khoản cần rút tiền. 8. Hệ thống yêu cầu khách hàng nhập mã PIN để gửi iOTP. 9. Khách hàng nhập mã PIN. 10. Hệ thống gửi mã iOTP. 11. Khách hàng nhập mã iOTP. 12. Hệ thống yêu cầu xác thực sinh trắc học 13. Khách hàng đưa khuôn mặt lại gần màn hình. 14. Hệ thống xác thực sinh trắc học. 15. Hệ thống mở tài khoản mới cho khách hàng. 16. Hệ thống thông báo mở tài khoản thành công.
Dòng sự kiện phụ	<p>A7 – Khách hàng chọn tài khoản không đủ số dư (rẽ nhánh tại B7, khi khách hàng chọn tài khoản không đủ số dư).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống thông báo tài khoản được chọn không đủ số dư.

	<p>2. Quay lại B7 trong dòng sự kiện chính.</p> <p>A9 – Khách hàng nhập sai mã PIN (rẽ nhánh tại B9, khi khách hàng nhập sai mã PIN).</p> <p>1. Hệ thống thông báo mã PIN sai.</p> <p>2. Quay lại B8.</p> <p>A11 – Khách hàng nhập sai mã iOTP(rẽ nhánh tại B11, khi khách hàng nhập sai mã iOTP).</p> <p>1. Hệ thống thông báo mã iOTP sai.</p> <p>2. Quay lại B11.</p> <p>A14 – Xác thực sinh trắc học thất bại(rẽ nhánh tại B14, khi xác thực sinh trắc học thất bại).</p> <p>1. Hệ thống thông báo lỗi xác thực sinh trắc học thất bại</p> <p>2. Quay lại B12.</p>
Hậu điều kiện	<p>- Bank Account mới được tạo ra.</p> <p>- Authentication và Devices log được ghi nhận.</p>

1.6. Chuyển tiền liên ngân hàng

Tên use case	Chuyển tiền liên ngân hàng
Mô tả	Khách hàng chuyển tiền từ tài khoản của mình sang tài khoản ngân hàng khác.
Sự kiện kích hoạt	Khách hàng chọn Chuyển tiền → Liên ngân hàng.
Tác nhân	Khách hàng.
Use case liên quan	
Điều kiện tiên quyết	<ul style="list-style-type: none"> - Khách hàng đã thiết lập sinh trắc học trong hệ thống. - Có ít nhất 1 tài khoản nguồn hoạt động.
Dòng sự kiện chính	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống hiển thị trang Chuyển tiền liên ngân hàng. 2. Khách hàng chọn tài khoản nguồn từ danh sách. 3. Khách hàng nhập số tài khoản người nhận. 4. Khách hàng chọn ngân hàng người nhận từ danh sách. 5. Hệ thống tra cứu và hiển thị tên chủ tài khoản người nhận. 6. Khách hàng nhập số tiền chuyển. 7. Hệ thống kiểm tra hạn mức giao dịch trong ngày. 8. Hệ thống hiển thị thông tin hạn mức còn lại. 9. Khách hàng nhập nội dung chuyển tiền. 10. Hệ thống tính toán phí giao dịch và hiển thị. 11. Hệ thống kiểm tra số dư tài khoản nguồn. 12. Hệ thống phân loại giao dịch dựa trên số tiền và tổng giao dịch trong ngày. 13. [Nếu giao dịch lớn] Hệ thống yêu cầu xác thực sinh trắc học. 14. [Nếu giao dịch lớn] Khách hàng đưa khuôn mặt lại gần màn hình. 15. [Nếu giao dịch lớn] Hệ thống xác thực sinh trắc học. 16. Hệ thống hiển thị tóm tắt giao dịch. 17. Khách hàng xác nhận thông tin giao dịch. 18. Hệ thống yêu cầu nhập mã PIN. 19. Khách hàng nhập mã PIN.

	<p>20. Hệ thống tạo và hiển thị mã iOTP.</p> <p>21. Khách hàng nhập mã iOTP.</p> <p>22. Hệ thống xác thực mã iOTP.</p> <p>23. Hệ thống thực hiện giao dịch chuyển tiền.</p> <p>24. Hệ thống cập nhật hạn mức đã sử dụng trong ngày.</p> <p>25. Hệ thống gửi thông báo SMS xác nhận giao dịch.</p> <p>26. Hệ thống hiển thị kết quả giao dịch thành công.</p>
Dòng sự kiện phụ	<p>A3 – Số tài khoản người nhận không hợp lệ (rẽ nhánh tại B3)</p> <p>1. Hệ thống thông báo số tài khoản không đúng định dạng.</p> <p>2. Quay lại B3.</p> <p>A5 – Không tìm thấy tài khoản người nhận (rẽ nhánh tại B5)</p> <p>1. Hệ thống thông báo không tìm thấy tài khoản hoặc tài khoản không hoạt động.</p> <p>2. Quay lại B3.</p> <p>A6 – Số tiền không hợp lệ (rẽ nhánh tại B6)</p> <p>1. Hệ thống thông báo số tiền phải lớn hơn 10,000 VND và nhỏ hơn 500,000,000 VND.</p> <p>2. Quay lại B6.</p> <p>A7 – Vượt quá hạn mức giao dịch trong ngày (rẽ nhánh tại B7)</p> <p>1. Hệ thống thông báo số tiền vượt quá hạn mức cho phép trong ngày.</p> <p>2. Hệ thống hiển thị hạn mức hiện tại và đã sử dụng.</p> <p>3. Hệ thống đề xuất 2 lựa chọn:</p> <p>4. Nhập số tiền nhỏ hơn</p> <p>5. Yêu cầu tăng hạn mức tạm thời</p> <p>6. Khách hàng chọn lựa chọn.</p> <p>A11 – Tài khoản nguồn không đủ số dư (rẽ nhánh tại B11)</p> <p>1. Hệ thống thông báo tài khoản không đủ số dư để thực hiện giao dịch.</p> <p>2. Quay lại B2 để chọn tài khoản khác.</p> <p>A15 – Xác thực sinh trắc học thất bại (rẽ nhánh tại B13, chỉ với giao dịch lớn)</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống thông báo xác thực sinh trắc học thất bại. 2. Quay lại B13. <p>A19 – Khách hàng nhập sai mã PIN (rẽ nhánh tại B19)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống thông báo mã PIN sai. 2. Quay lại B18. <p>A22 – Khách hàng nhập sai mã iOTP (rẽ nhánh tại B22)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống thông báo mã iOTP sai. 2. Quay lại B19. <p>A23 – Giao dịch thất bại do lỗi hệ thống (rẽ nhánh tại B23)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống thông báo giao dịch thất bại, vui lòng thử lại sau. 2. Hệ thống không trừ tiền từ tài khoản nguồn. 3. Quay lại B14.
Hậu điều kiện	<ul style="list-style-type: none"> - Transaction record được tạo với trạng thái thành công. - Số dư tài khoản nguồn được cập nhật (trừ tiền + phí). - Authentication logs được ghi nhận (PIN + iOTP, có thể kèm sinh trắc học). - Device logs được lưu trữ theo quy định. - SMS notification được gửi cho khách hàng. - Transaction reference được tạo để tra cứu.

1.7. Chuyển tiền cùng ngân hàng

Tên use case	Chuyển tiền cùng ngân hàng
Mô tả	Khách hàng chuyển tiền từ tài khoản của mình sang tài khoản khác trong cùng ngân hàng.
Sự kiện kích hoạt	Khách hàng chọn Chuyển tiền → Cùng ngân hàng.
Tác nhân	Khách hàng.
Use case liên quan	
Điều kiện tiên quyết	<ul style="list-style-type: none"> - Khách hàng đã thiết lập sinh trắc học trong hệ thống. - Có ít nhất 1 tài khoản nguồn hoạt động.
Dòng sự kiện chính	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống hiển thị trang Chuyển tiền cùng ngân hàng. 2. Khách hàng chọn tài khoản nguồn từ danh sách. 3. Khách hàng nhập số tài khoản người nhận hoặc chọn từ danh sách người thụ hưởng đã lưu. 4. Hệ thống tra cứu và hiển thị tên chủ tài khoản người nhận. 5. Hệ thống kiểm tra xem có phải cùng chủ tài khoản hay không. 6. [Nếu cùng chủ tài khoản] Hệ thống hiển thị thông báo "Chuyển tiền giữa các tài khoản của bạn". 7. Khách hàng nhập số tiền chuyển. 8. Hệ thống kiểm tra hạn mức giao dịch trong ngày. 9. Hệ thống hiển thị thông tin hạn mức còn lại. 10. Khách hàng nhập nội dung chuyển tiền. 11. Hệ thống tính toán phí giao dịch (thường miễn phí hoặc phí thấp). 12. Hệ thống kiểm tra số dư tài khoản nguồn. 13. [Nếu khác chủ tài khoản] Hệ thống phân loại giao dịch dựa trên số tiền và tổng giao dịch trong ngày. 14. [Nếu giao dịch lớn và khác chủ tài khoản] Hệ thống yêu cầu xác thực sinh trắc học. 15. [Nếu giao dịch lớn và khác chủ tài khoản] Khách hàng đưa khuôn mặt lại gần màn hình.

	<p>16. [Nếu giao dịch lớn và khác chủ tài khoản] Hệ thống xác thực sinh trắc học.</p> <p>17. Hệ thống hiển thị tóm tắt giao dịch.</p> <p>18. Khách hàng xác nhận thông tin giao dịch.</p> <p>19. [Nếu cùng chủ tài khoản] Hệ thống chỉ yêu cầu nhập mã PIN.</p> <p>20. [Nếu khác chủ tài khoản] Hệ thống yêu cầu nhập mã PIN.</p> <p>21. Khách hàng nhập mã PIN.</p> <p>22. [Nếu khác chủ tài khoản] Hệ thống tạo và hiển thị mã iOTP.</p> <p>23. [Nếu khác chủ tài khoản] Khách hàng nhập mã iOTP.</p> <p>24. [Nếu khác chủ tài khoản] Hệ thống xác thực mã iOTP.</p> <p>25. Hệ thống thực hiện giao dịch chuyển tiền.</p> <p>26. Hệ thống cập nhật hạn mức đã sử dụng trong ngày.</p> <p>27. Hệ thống gửi thông báo SMS xác nhận giao dịch.</p> <p>28. Hệ thống hiển thị kết quả giao dịch thành công.</p>
Dòng sự kiện phụ	<p>A3 – Số tài khoản người nhận không hợp lệ (rẽ nhánh tại B3)</p> <p>1. Hệ thống thông báo số tài khoản không đúng định dạng.</p> <p>2. Quay lại B3.</p> <p>A4 – Không tìm thấy tài khoản người nhận (rẽ nhánh tại B4)</p> <p>1. Hệ thống thông báo không tìm thấy tài khoản hoặc tài khoản không hoạt động.</p> <p>2. Quay lại B3.</p> <p>A7 – Số tiền không hợp lệ (rẽ nhánh tại B7)</p> <p>1. Hệ thống thông báo số tiền phải lớn hơn 10,000 VND và nhỏ hơn 2,000,000,000 VND.</p> <p>2. Quay lại B7.</p> <p>A8 – Vượt quá hạn mức giao dịch trong ngày (rẽ nhánh tại B8)</p> <p>1. Hệ thống thông báo số tiền vượt quá hạn mức cho phép trong ngày.</p> <p>2. Hệ thống hiển thị hạn mức hiện tại và đã sử dụng.</p> <p>3. Khách hàng chọn nhập lại số tiền</p> <p>4. Quay lại B7.</p>

	<p>A12 – Tài khoản nguồn không đủ số dư (rẽ nhánh tại B12)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo tài khoản không đủ số dư để thực hiện giao dịch. Quay lại B2 để chọn tài khoản khác. <p>A16 – Xác thực sinh trắc học thất bại (rẽ nhánh tại B16, chỉ với giao dịch lớn)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo xác thực sinh trắc học thất bại. Quay lại B15. <p>A21 – Khách hàng nhập sai mã PIN (rẽ nhánh tại B21)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo mã PIN sai. Quay lại B20. <p>A23 – Khách hàng nhập sai mã iOTP (rẽ nhánh tại B23, chỉ với khách chủ tài khoản)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo mã iOTP sai. Quay lại B23. <p>A25 – Giao dịch thất bại do lỗi hệ thống (rẽ nhánh tại B25)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo giao dịch thất bại, vui lòng thử lại sau. Hệ thống không trừ tiền từ tài khoản nguồn. Quay lại B17.
Hậu điều kiện	<ul style="list-style-type: none"> - Transaction record được tạo với trạng thái thành công. - Số dư tài khoản nguồn được cập nhật (trừ tiền + phí). - Authentication logs được ghi nhận (PIN + iOTP, có thể kèm sinh trắc học). - Device logs được lưu trữ theo quy định. - SMS notification được gửi cho khách hàng. - Transaction reference được tạo để tra cứu.

1.8. Thanh toán hóa đơn

Tên use case	Thanh toán hóa đơn
Mô tả	Khách hàng thanh toán các loại hóa đơn dịch vụ (điện, nước, gas, internet, điện thoại...).
Sự kiện kích hoạt	Khách hàng chọn Thanh toán → Hóa đơn.
Tác nhân	Khách hàng.
Use case liên quan	
Điều kiện tiên quyết	<ul style="list-style-type: none"> - Khách hàng đã thiết lập sinh trắc học trong hệ thống. - Có ít nhất 1 tài khoản nguồn hoạt động.
Dòng sự kiện chính	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hệ thống hiển thị trang Thanh toán hóa đơn. 2. Khách hàng chọn loại hóa đơn từ danh sách (điện, nước, gas, internet, điện thoại, bảo hiểm...). 3. Khách hàng chọn nhà cung cấp dịch vụ. 4. Khách hàng nhập mã khách hàng hoặc số hóa đơn. 5. Hệ thống tra cứu thông tin hóa đơn từ nhà cung cấp. 6. Hệ thống hiển thị thông tin hóa đơn (tên khách hàng, số tiền, kỳ hạn, phí trễ hạn nếu có). 7. Khách hàng xác nhận thông tin hóa đơn. 8. Khách hàng chọn tài khoản thanh toán từ danh sách. 9. Hệ thống kiểm tra hạn mức thanh toán hóa đơn trong ngày. 10. Hệ thống hiển thị thông tin hạn mức còn lại. 11. Hệ thống tính toán phí giao dịch (nếu có). 12. Hệ thống kiểm tra số dư tài khoản thanh toán. 13. Hệ thống phân loại giao dịch dựa trên số tiền và tổng giao dịch trong ngày. 14. [Nếu giao dịch lớn] Hệ thống yêu cầu xác thực sinh trắc học. 15. [Nếu giao dịch lớn] Khách hàng đưa khuôn mặt lại gần màn hình. 16. [Nếu giao dịch lớn] Hệ thống xác thực sinh trắc học. 17. Hệ thống hiển thị tóm tắt thanh toán.

	<p>18. Khách hàng xác nhận thông tin thanh toán.</p> <p>19. Hệ thống yêu cầu nhập mã PIN.</p> <p>20. Khách hàng nhập mã PIN.</p> <p>21. Hệ thống tạo và hiển thị mã iOTP.</p> <p>22. Khách hàng nhập mã iOTP.</p> <p>23. Hệ thống xác thực mã iOTP.</p> <p>24. Hệ thống thực hiện thanh toán hóa đơn.</p> <p>25. Hệ thống cập nhật hạn mức đã sử dụng trong ngày.</p> <p>26. Hệ thống lưu thông tin hóa đơn vào danh sách "Đã thanh toán".</p> <p>27. Hệ thống hỏi khách hàng có muốn lưu mẫu hóa đơn cho lần sau không.</p> <p>28. Hệ thống gửi thông báo SMS xác nhận thanh toán.</p> <p>29. Hệ thống hiển thị kết quả thanh toán thành công với mã giao dịch.</p>
Dòng sự kiện phụ	<p>A4 – Mã khách hàng/số hóa đơn không hợp lệ (rẽ nhánh tại B4)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo mã không đúng định dạng hoặc để trống. Quay lại B4. <p>A5 – Không tìm thấy thông tin hóa đơn (rẽ nhánh tại B5)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo không tìm thấy hóa đơn hoặc hóa đơn đã được thanh toán. Quay lại B4. <p>A9 – Vượt quá hạn mức thanh toán hóa đơn trong ngày (rẽ nhánh tại B9)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo số tiền vượt quá hạn mức cho phép trong ngày. Kết thúc Use case. <p>A12 – Tài khoản thanh toán không đủ số dư (rẽ nhánh tại B12)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo tài khoản không đủ số dư để thực hiện thanh toán. Quay lại B8 để chọn tài khoản khác.

	<p>A16 – Xác thực sinh trắc học thất bại (rẽ nhánh tại B16, chỉ với giao dịch lớn)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo xác thực sinh trắc học thất bại. Quay lại B15. <p>A20 – Khách hàng nhập sai mã PIN (rẽ nhánh tại B20)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo mã PIN sai. Quay lại B19. <p>A22 – Khách hàng nhập sai mã iOTP (rẽ nhánh tại B22)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo mã iOTP sai. Quay lại B22. <p>A24 – Thanh toán thất bại do lỗi nhà cung cấp (rẽ nhánh tại B24)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống thông báo thanh toán thất bại do nhà cung cấp dịch vụ không phản hồi. Hệ thống không trừ tiền từ tài khoản. Hệ thống đề xuất thử lại sau 15 phút. Quay lại B17. <p>A27 – Khách hàng chọn lưu mẫu hóa đơn (rẽ nhánh tại B27)</p> <ol style="list-style-type: none"> Hệ thống lưu thông tin nhà cung cấp và mã khách hàng. Hệ thống đặt tên mẫu hoặc cho phép khách hàng đặt tên. Tiếp tục B28.
Hậu điều kiện	<ul style="list-style-type: none"> - Bill payment record được tạo với trạng thái thành công. - Số dư tài khoản thanh toán được cập nhật. - Authentication logs được ghi nhận (PIN + iOTP, có thể kèm sinh trắc học). - Device logs được lưu trữ theo quy định. - SMS notification được gửi cho khách hàng.

2. Database design

2.1. Đặc tả cơ sở dữ liệu

2.1.1. Khách hàng(customer):

- Mỗi khách hàng có một mã định danh duy nhất trong hệ thống(customer_id).
- Thông tin cơ bản của khách hàng gồm:
 - Họ tên(full_name)
 - Giới tính(gender) – Male/Female
 - Ngày sinh(date_of_birth)
 - Số điện thoại(phone_number) – duy nhất(UNIQUE)
 - Email(email) – bắt buộc(NOT NULL) – duy nhất(UNIQUE)
- Thông tin giấy tờ định danh:
 - Mã số thuế(tax_identification_number) – bắt buộc(NOT NULL) – duy nhất(UNIQUE)
 - Số CCCD/CMND hoặc Passport(id_passport_number) – duy nhất(UNIQUE)
 - Ngày phát hành(issuse_date) – bắt buộc(NOT NULL)
 - Ngày hết hạn(expiry_date) – bắt buộc(NOT NULL)
 - Cơ quan cấp(issuing_authority) – bắt buộc(NOT NULL)
- Thông tin cư trú và công việc:
 - Là cư dân Việt Nam hay không(is_resident)
 - Nghề nghiệp(occupation)
 - Chức vụ(position)
 - Địa chỉ nơi làm việc(work_address)
 - Địa chỉ thường trú(residential_address) – bắt buộc(NOT NULL)
 - Địa chỉ liên lạc(contact_address)
- Thông tin xác thực và bảo mật:
 - Mã pin(được mã hóa)(pin) – bắt buộc
 - Thời điểm đăng nhập gần nhất(last_login_at)

- Số lần đăng nhập thất bại liên tiếp(failed_login_attempts)
- Thời điểm hết khóa tài khoản nếu bị khóa(account_locked_until)
- Mật khẩu hiện tại(password)
- Thời điểm gần nhất đổi mật khẩu(password_last_changed)
- Thời điểm hoàn thành định danh cá nhân(kyc_completed_at)
- Thông tin kinh doanh:
 - Nhận mức độ rủi ro(risk_rating) – Low/Medium/High
 - Điểm đánh giá mức độ rủi ro(risk_score) – 0.00 – 100.00
 - Loại khách hàng(customer_type) – Individual/Organization
 - Thu nhập hàng tháng(monthly_income)
- Thông tin hệ thống audit:
 - Thời điểm mở tài khoản(created_at)
 - Thời điểm cập nhật cuối cùng(updated_at)
 - Trạng thái tài khoản(status):
 - Toàn quyền sử dụng dịch vụ(Active)
 - Tạm dừng hoạt động do nhiều lí do(Inactive)
 - Bị đình chỉ do vi phạm hoặc bị nghi ngờ(Suspended)
 - Đóng vĩnh viễn(Closed)
- Thông tin thông báo:
 - Cho phép gửi tin nhắn(sms_notification_enabled)
 - Cho phép gửi email(email_notification_enabled)

2.1.2. Mẫu khuôn mặt của khách hàng(face_template):

- Mỗi mẫu khuôn mặt có một mã định danh duy nhất(template_id).
- Mỗi khách hàng có một mẫu khuôn mặt duy nhất được lưu trong hệ thống(customer_id).
- Ảnh khuôn mặt của khách hàng được mã hóa thành các vector(encrypted_face_encoding)
- Thời điểm cuối cùng dùng khuôn mặt để xác thực(last_used_at)

- Thời điểm đăng kí khuôn mặt(created_at)

2.1.3. Tài khoản ngân hàng(bank_account)

- Mỗi tài khoản có một mã định danh duy nhất(account_id).
- Mỗi tài khoản thuộc về một khách hàng(customer_id). Khách hàng có thể sở hữu nhiều tài khoản.
- Số tài khoản(để hiển thị cho khách hàng xem) là duy nhất(account_number).
- Mỗi tài khoản sẽ là một loại tài khoản(account_type):
 - Tiết kiệm(Savings)
 - Vãng lai(Current)
 - Tiền gửi có kì hạn(Fixed_Deposit)
 - Vay(Loan)
- Là tài khoản chính hay không?(is_primary)
- Số dư khả dụng(available_balance)
- Số dư hiện tại (bao gồm cả phần đang bị hold)(current_balance)
- Số tiền đang bị giữ(hold_amount)
- Đơn vị tiền tệ(currency)
- Hạn mức chuyển tiền trong ngày(daily_transfer_limit)
- Hạn mức thanh toán online trong ngày(daily_online_payment_limit)
- Cho phép thanh toán online(is_online_payment_enabled)
- Lãi suất(interest_rate)
- Thời điểm mở tài khoản(open_at)
- Thời điểm cập nhật(updated_at)
- Thời điểm giao dịch cuối cùng(last_transaction_at)

2.1.4. Thiết bị của khách hàng(customer_device)

- Mỗi thiết bị của có một mã định danh duy nhất(device_identifier)
- Mỗi thiết bị thuộc về một khách hàng duy nhất. Một khách hàng có thể sở hữu nhiều thiết bị(customer_id).

- Loại thiết bị được lưu trữ(device_type) – Mobile/Desktop/Tablet
- Tên thiết bị cũng được lưu trữ(device_name) – Iphone 14 Pro max/...
- Thiết bị này có đáng tin cậy hay không?(is_trusted)
- Trạng thái hoạt động của thiết bị - Active/Blocked/Expired
- Lần đầu tiên được dùng trong hệ thống(first_seen_at)
- Lần cuối cùng được thấy trong hệ thống(last_used_at)

2.1.5. Log xác thực(authentication_log)

- Mỗi log xác thực có một mã định danh duy nhất(log_id)
- Mỗi log xác thực sẽ lưu lại khách hàng thực hiện xác thực đó(customer_id)
- Thiết bị được sử dụng để xác thực cũng sẽ được ghi lại(device_identifier)
- Loại xác thực cũng sẽ được ghi lại(authentication_type):
 - Đăng nhập với mật khẩu(Login_Password)
 - Đăng nhập với sinh trắc học(Login_Biometric)
 - Xác thực giao dịch với PIN(Transaction_PIN)
 - Xác thực giao dịch với OTP(Transaction_OTP)
 - Xác thực giao dịch với sinh trắc học(Transaction_Biometric)
- Log xác thực nếu thuộc loại giao dịch thì phải lưu lại là log cho transaction nào(transaction_id)
- Địa chỉ IP(ip_address)
- Trạng thái xác thực(status)
 - Thành công(Success)
 - Xác thực thất bại(Failed)
 - Bị chặn do tài khoản bị khóa(Blocked)
 - Hết thời gian chờ(Timeout)
- Nguyên nhân thất bại khi xác thực nếu có(failure_reason)
- Phiên đăng nhập(Ví dụ một người dùng đăng nhập → Chuyển tiền)(session_id)
- Số điện thoại/Email được gửi OTP(nếu có)(otp_sent_to)

- Độ chính xác của sinh trắc học(biometric_score)
- Số lần thử trong cùng 1 phiên(attempt_count)
- Thời điểm xác thực(created_at)

2.1.6. Giao dịch(transaction)

- Mỗi giao dịch có một mã định danh duy nhất(transaction_id)
- Mỗi giao dịch được phát sinh từ một tài khoản và một tài khoản có thể phát sinh nhiều giao dịch(account_id)
- Giao dịch được chia làm 3 loại(transaction_type):
 - Chuyển tiền cùng ngân hàng(Internal_Transfer)
 - Chuyển tiền liên ngân hàng(External_Transfer)
 - Thanh toán hóa đơn(Bill_Payment)
- Số tiền giao dịch(amount)
- Đơn vị tiền tệ(currency)
- Phí giao dịch(fee)
- Trạng thái của giao dịch(status) – Pending/Processing/Completed/Failed/Cancelled
- Nội dung chuyển khoản(note)
- Phương thức xác thực(authentication_method) – PIN/PIN_OTP/PIN_OTP_Biometric
- Tài khoản người nhận(recipient_account_number): STK người nhận(billpayment không cần trường này)
- Ngân hàng người nhận(recipient_bank_code): Mã ngân hàng người nhận(chỉ áp dụng cho external transfer)
- Tên người nhận(recipient_name): Tên người nhận
- Mã nhà cung cấp dịch vụ(service_provider_code)(Ví dụ ‘EVN’,...)
- Số hóa đơn(bill_number)
- Cờ xác nhận xem có vi phạm hay không(is_fraud)
- Điểm đánh giá để gán cờ vi phạm(fraud_score)
- Thời điểm tạo ra(created_at)

- Thời điểm hoàn thành(completed_at)

2.2. Mô hình ER

