

Yêu cầu 11: Viết hàm **req11(.)** gợi ý các sản phẩm phù hợp mà khách hàng có mã k nên mua. Trường hợp không có sản phẩm nào phù hợp trả về danh sách rỗng (2 điểm)

Algorithm 1 Gợi ý sản phẩm

```

1: procedure RC-ALG( $A$ ,  $k$  tương ứng mã khách hàng,  $b_{max}$  biên trên,  $\epsilon_1$  và  $\epsilon_2$  điều kiện hội tụ,
   max_iteration số lượng lần lặp tối đa)
2:   Khởi tạo ngẫu nhiên  $\mathbf{W}_0 \in R^{n \times q}$ ,  $\mathbf{H}_0 \in R^{q \times m}$ ,  $q \leftarrow 3$  (Lưu ý: sử dụng random.seed(1) trước các lệnh
   khởi tạo ngẫu nhiên).
3:   Chuẩn hóa  $\mathbf{W}_0 \leftarrow f_1(\mathbf{W}_0, b_{max})$ ,  $\mathbf{H}_0 \leftarrow f_1(\mathbf{H}_0, b_{max})$ 
4:    $\mathbf{M} \leftarrow \text{sign}(\mathbf{A})$ 
5:    $\hat{\mathbf{A}} \leftarrow \mathbf{M} \odot \mathbf{A}$ 
6:    $\mathbf{A}^{ep} \leftarrow \mathbf{W}_0 \times \mathbf{H}_0$ 
7:    $\mathbf{W}, \mathbf{H} \leftarrow \mathbf{W}_0, \mathbf{H}_0$ 
8:   do
9:      $\mathbf{W} \leftarrow \mathbf{W} \odot \frac{\hat{\mathbf{A}} \times \mathbf{H}^T}{\mathbf{M} \odot (\mathbf{W} \times \mathbf{H}) \times \mathbf{H}^T + b_{max}}$ 
10:     $\mathbf{W} \leftarrow f_1(\mathbf{W}, b_{max})$ 
11:     $\mathbf{H} \leftarrow \mathbf{W} \odot \frac{\mathbf{W}^T \times \hat{\mathbf{A}}}{\mathbf{W}^T \times (\mathbf{M} \odot (\mathbf{W} \times \mathbf{H})) + b_{max}}$ 
12:     $\mathbf{H} \leftarrow f_1(\mathbf{H}, b_{max})$ 
13:     $\mathbf{A}^e \leftarrow \mathbf{W} \times \mathbf{H}$ 
14:     $Err_1 \leftarrow \|\mathbf{M} \odot (\mathbf{A}^{ep} - \mathbf{A}^e)\|_2$ 
15:     $Err_2 \leftarrow \|\mathbf{M} \odot (\mathbf{A} - \mathbf{A}^e)\|_F$ 
16:    if  $Err_1 < \epsilon_1$  or  $Err_2 < \epsilon_2$  then
17:      break
18:    end if
19:    step  $\leftarrow$  step + 1
20:
21:   Loop step == max_iteration.
22:    $\mathbf{A} \approx \mathbf{A}' \leftarrow [\mathbf{W} \times \mathbf{H}]$ .
23:    $\mathbf{R} \leftarrow \mathbf{A}' - \mathbf{A}$ 
24:    $\mathbf{v} \leftarrow \mathbf{R}_{k,:}, \forall v_i > 0$ 
25:   Return  $\mathbf{v}$ 
26: end procedure

```

Gợi ý:

- $sign(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x > 0 \\ 0, & \text{if } x = 0 \\ -1, & \text{if } x < 0 \end{cases}$,
- $f_1(x, \alpha) = \begin{cases} \alpha, & \text{if } x \leq \alpha \\ x, & \text{otherwise} \end{cases}$
- $\|\cdot\|_2, \|\cdot\|_F$ tương ứng Euclidean norm và Frobenius norm.
- \times kí hiệu phép nhân dạng dot-product, \odot tương ứng phép nhân element-wise product.
- Đầu vào: danh sách giao dịch, danh sách thông tin các mặt hàng trong cửa hàng, lịch sử mua hàng, và mã của khách hàng k , b_{max} giá trị cận biên, ϵ_1, ϵ_2 điều kiện hội tụ, $max_iteration$ số lần lặp tối đa.
- Đầu ra: danh sách (vector) các sản phẩm phù hợp mà khách hàng có mã k nên mua.
- Ví dụ: $k = U_5, max_iteration = 100, \epsilon_1 = \epsilon_2 = 10^{-3}, b_{max} = 10^{-4}$ kết quả thu về $\vec{v} = [I_4, I_5]$