

【解答】

[設問1] a-イ, b-ア, c-ウ

[設問2] ア

[設問3] イ

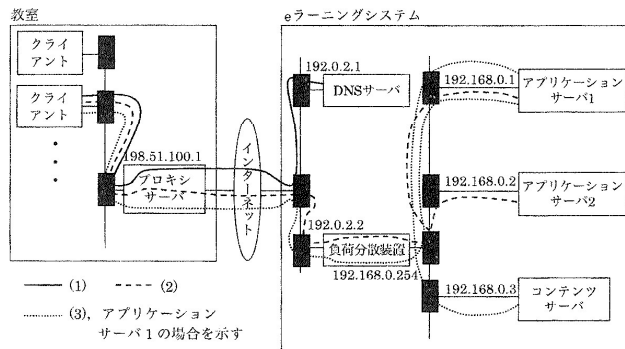
【解説】

eラーニングシステムを提供する企業のネットワーク構成やサーバ構成に関する問題である。負荷分散装置を導入し複数のサーバに振り分けて処理させることで性能や可用性が向上するよう構成変更を行う内容になっており、この際に、複数の装置タイプを比較検討する点が焦点になっている。

設問1はネットワーク分野の基礎的な知識を問う穴埋め問題、設問2は負荷分散装置のタイプの違いを装置タイプの概要から読み解く問題、設問3はM/M/1の待ち行列モデルの式を使って平均処理待ち時間を計算する問題となっている。

[設問1]

図Aは図1として示されている、負荷分散装置を導入した場合のネットワーク構成における通信である。各教室のクライアントは教室ごとに1台設置されたプロキシサーバを経由してeラーニングシステムにアクセスする。



注記 x.x.x.xは、IPアドレスを表す。

図A ネットワーク構成とアクセス手順

ここでeラーニングシステムのアクセスの主な手順は次のとおりである。次の(1)～(3)は図Aの線(1)～(3)に対応している。

- (1) クライアントはドメイン名でeラーニングシステムにアクセスしようとするが、最初はIPアドレスが分からないため、DNSサーバに対してeラーニングシステムのドメイン名に対応するIPアドレスを問い合わせる。このときに返却されるIPアドレスは負荷分散装置のインターネット側IPアドレスである、192.0.2.2になる。
- (2) (1)で取得したIPアドレスを宛先として負荷分散装置にアクセスし、いずれかのアプリケーションサーバに振り分けられる。
- (3) アプリケーションサーバで受講者の認証を行い、認証にパスした場合はコンテンツサーバから必要なコンテンツを取得し、クライアントに送信する。

・空欄a: (1)で取得するeラーニングシステムのIPアドレスは、前述のように、負荷分散装置のインターネット側のIPアドレスである。その理由としては、クライアント側からはインターネット上のIPアドレスだけにアクセスができるという点が挙げられる。したがって、(イ)の「192.0.2.2」が解答となる。

・空欄b: 負荷分散装置はアプリケーションサーバ2台のいずれかに振り分ける機能を有している。アプリケーションサーバのIPアドレスはそれぞれ「192.168.0.1」と「192.168.0.2」なので(ア)が解答となる。

・空欄c: 装置タイプBはOSI基本参照モデルのレイヤ4以上の情報を基に要求を振り分ける仕様となっている。具体的にはレイヤ7のアプリケーション層のプロトコルであるHTTPのHTTPヘッダ内にある識別情報を使って振り分けると読み取ることができる。HTTPヘッダに格納される情報には様々な種類が存在するが、このような負荷分散装置の振り分けに、よく利用される情報の一つにcookieがある。cookieはクライアントからの要求があったタイミングでサーバ側で指定した値(ここではセッションID)を送り、cookieを受け取ったクライアントはその後のサーバとの通信においてcookieを送り続けることでクライアントの識別などに利用する情報である。したがって、(ウ)の「セッションIDを示すcookie」が正解である。

(ア)、(イ)、(エ)はレイヤ3のプロトコルであるIPのIPヘッダに格納される情報である。

[設問2]

装置タイプAはIPアドレスの情報を基に要求を振り分けるタイプの負荷分散装置である。IPアドレスの情報を基に振り分けると、問題文の下線部①に記述されているとおり、「多くのクライアントのある大規模な教室からのアクセスが、1台のアプリケーションサーバに集中して、アプリケーションサーバの負荷に偏りが生じることが予想される」。その理由は教室に設置されたプロキシサーバにある。各教室のクライアント

は教室ごとに1台設置されているプロキシサーバを経由してアクセスしており、同じ教室のクライアントの送信元IPアドレスは教室に設置されたプロキシサーバのIPアドレスとなり、装置タイプAは教室単位でアプリケーションサーバの振り分けを行うこととなる。したがって、(ア)の「同じ教室のどのクライアントからの要求も送信元IPアドレスが全て同じになること」がアプリケーションサーバの負荷に偏りが生じる要因となる。

イ: 記述されているとおり、負荷分散装置はIPパケット内の送信元アドレスを変換する機能を有しているが、それは装置タイプAも装置タイプBも同じような動作と

なるため、装置タイプAを用いたときのアプリケーションサーバの負荷に偏りが生じる要因となり得ない。

ウ: 装置タイプAは装置タイプBに比べてIPアドレスの情報を用いるだけの単純な機能なので高速に動作するが、IPアドレスの情報を用いるだけであっても、クライアントがインターネットの様々な場所に散らばっている場合には、アプリケーションサーバの負荷に偏りが生じない。したがって、「負荷分散装置が送信元IPアドレスの情報を用いるだけの単純な機能なので、高速に動作すること」と偏りが生じることに直接の因果関係はない。

エ: 特にプロキシサーバの仕様についての記述はないが、一般にプロキシサーバを経由してもHTTPヘッダの情報は変更せずに転送するので、記述としては正しい。しかし、HTTPヘッダの情報が変更されないこととアプリケーションサーバの負荷に偏りが生じる要因とは無関係である。逆に、HTTPヘッダの情報がプロキシサーバによって変更される場合の方が、アプリケーションサーバの負荷に偏りが生じる余地が出てくる。

[設問3]

M/M/1の待ち行列モデルの式を使った計算問題である。計算に利用する式と値は全て設問文に記述されている。まず、記述のとおり、現行のネットワーク構成(アプリケーションサーバが1台)のときの平均処理待ち時間を計算する。

アプリケーションサーバの要求1件の平均処理時間 0.40秒

λ : アプリケーションサーバへの平均到着率 2.30件/秒

μ : アプリケーションサーバの処理率(=平均処理時間の逆数) $1/0.40$

ρ : アプリケーションサーバの利用率 $= \lambda / \mu = 2.30 / (1/0.40) = 0.92$

M/M/1の待ち行列モデルの式にあてはめると、次のようになり、設問文と同じ結果を得ることができる。

$$\begin{aligned} \text{平均処理待ち時間} &= \frac{\rho}{1-\rho} \times \text{平均処理時間} \\ \text{平均処理待ち時間} &= \frac{0.92}{1-0.92} \times 0.40 = \frac{0.92}{0.08} \times 0.40 = \frac{0.368}{0.08} = 4.60 \text{ (秒)} \end{aligned}$$

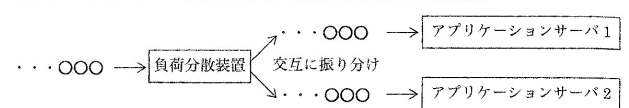
ここでアプリケーションサーバを1台追加し、装置タイプBを導入したときに、どのように考えるかであるが、設問文には「要求は2台のアプリケーションサーバに交互に振り分け分けられると仮定する」と記述されている。

○: クライアントからの要求

アプリケーションサーバが1台の場合



アプリケーションサーバを1台追加し、負荷分散装置を導入した場合



平均到着率が1/2となっている

図B アプリケーションサーバが1台の場合と2台の場合の比較

図Bのようにアプリケーションサーバが1台のときに比べて、平均到着率が1/2となっているだけなので、 λ を1/2にして再度計算する。

アプリケーションサーバの要求1件の平均処理時間 0.40秒

λ : アプリケーションサーバへの平均到着率 $2.30 \div 2 = 1.15$ 件/秒

μ : アプリケーションサーバの処理率(=平均処理時間の逆数) $1/0.40$

ρ : アプリケーションサーバの利用率 $= \lambda / \mu = 1.15 / (1/0.40) = 0.46$

$$\text{平均処理待ち時間} = \frac{0.46}{1-0.46} \times 0.40 = \frac{0.46}{0.54} \times 0.40 = \frac{0.184}{0.54} = 0.3407\ldots$$

小数第3位を四捨五入すると「0.34」となるので、(イ)が正解である。