

How to Choose the Right Forecasting Technique

To handle the increasing variety and complexity of managerial forecasting problems, many forecasting techniques have been developed in recent years. Each has its special use, and care must be taken to select the correct technique for a particular application. The manager as well as the forecaster has a role to play in technique selection; and the better they understand the range of forecasting possibilities, the more likely it is that a company's forecasting efforts will bear fruit.

The selection of a method depends on many factors—the context of the forecast, the relevance and availability of historical data, the degree of accuracy desirable, the time period to be forecast, the cost/ benefit (or value) of the forecast to the company, and the time available for making the analysis.

These factors must be weighed constantly, and on a variety of levels. In general, for example, the forecaster should choose a technique that makes the best use of available data. If the forecaster can readily apply one technique of acceptable accuracy, he or she should not try to “gold plate” by using a more advanced technique that offers potentially greater accuracy but that requires nonexistent information or information that is costly to obtain. This kind of trade-off is relatively easy to make, but others, as we shall see, require considerably more thought.

Furthermore, where a company wishes to forecast with reference to a particular product, it must consider the stage of the product's life cycle for which it is making the forecast. The availability of data and the possibility of establishing relationships between the factors depend directly on the maturity of a product, and hence the life-cycle stage is a prime determinant of the forecasting method to be used.

Our purpose here is to present an overview of this field by discussing the way a company ought to approach a forecasting problem, describing the methods available, and explaining how to match method to problem. We shall illustrate the use of the various techniques from our experience with them at Corning, and then close with our own forecast for the future of forecasting.

Manager, Forecaster & Choice of Methods

A manager generally assumes that when asking a forecaster to prepare a specific projection, the request itself provides sufficient information for the forecaster to go to work and do the job. This is almost never true.

Successful forecasting begins with a collaboration between the manager and the forecaster, in which they work out answers to the following questions.

1. What is the purpose of the forecast—how is it to be used? This determines the accuracy and power required of the techniques, and hence governs selection. Deciding whether to enter a business may require only a rather gross estimate of the size of the market, whereas a forecast made for budgeting purposes should be quite accurate. The appropriate techniques differ accordingly.

Again, if the forecast is to set a “standard” against which to evaluate performance, the forecasting method should not take into account special actions, such as promotions and other marketing devices, since these are meant to change historical patterns and relationships and hence form part of the “performance” to be evaluated.

Forecasts that simply sketch what the future will be like if a company makes no significant changes in tactics and strategy are usually not good enough for planning purposes. On the other hand, if management wants a forecast of the effect that a certain marketing strategy under debate will have on sales growth, then the technique must be sophisticated enough to take explicit account of the special actions and events the strategy entails.

Techniques vary in their costs, as well as in scope and accuracy. The manager must fix the level of inaccuracy he or she can tolerate—in other words, decide how his or her decision will vary, depending on the range of accuracy of the forecast. This allows the forecaster to trade off cost against the value of accuracy in choosing a technique.

Three General Types

Once the manager and the forecaster have formulated their problem, the forecaster will be in a position to choose a method.

There are three basic types—qualitative techniques, time series analysis and projection, and causal models. The first uses qualitative data (expert opinion, for example) and information about special events of the kind already mentioned, and may or may not take the past into consideration.

The second, on the other hand, focuses entirely on patterns and pattern changes, and thus relies entirely on historical data.

The third uses highly refined and specific information about relationships between system elements, and is powerful enough to take special events formally into account. As with time series analysis and projection techniques, the past is important to causal models.

These differences imply (quite correctly) that the same type of forecasting technique is not appropriate to forecast sales, say, at all stages of the life cycle of a product—for example, a technique that relies on historical data would not be useful in forecasting the future of a totally new product that has no history.

The major part of the balance of this article will be concerned with the problem of suiting the technique to the life-cycle stages. We hope to give the executive insight into the potential of forecasting by showing how this problem is to be approached. But before we discuss the life cycle, we need to sketch the general functions of the three basic types of techniques in a bit more detail.

Time series analysis

These are statistical techniques used when several years' data for a product or product line are available and when relationships and trends are both clear and relatively stable.

One of the basic principles of statistical forecasting—indeed, of all forecasting when historical data are available—is that the forecaster should use the data on past performance to get a “speedometer reading” of the current rate (of sales, say) and of how fast this rate is increasing or decreasing. The current rate and changes in the rate—“acceleration” and “deceleration”—constitute the basis of forecasting. Once they are known, various mathematical techniques can develop projections from them.

The matter is not so simple as it sounds, however. It is usually difficult to make projections from raw data since the rates and trends are not immediately obvious; they are mixed up with seasonal variations, for example, and perhaps distorted by such factors as the effects of a large sales promotion campaign. The raw data must be massaged before they are usable, and this is frequently done by time series analysis.

Now, a time series is a set of chronologically ordered points of raw data—for example, a division's sales of a given product, by month, for several years. Time series analysis helps to identify and explain:

Any regularity or systematic variation in the series of data which is due to seasonality—the “seasonals.”

Cyclical patterns that repeat any two or three years or more: trends in the data, Growth rates of these trends.

Once the analysis is complete, the work of projecting future sales (or whatever) can begin. We should note that while we have separated analysis from projection here for purposes of explanation, most statistical forecasting techniques actually combine both functions in a single operation.

Forecasting the growth rate

Medium- and long-range forecasting of the market growth rate and of the attainment of steady-state sales requires the same measures as does the product introduction stage—detailed marketing studies (especially intention-to-buy surveys) and product comparisons.

When a product has entered rapid growth, on the other hand, there are generally sufficient data available to construct statistical and possibly even causal growth models (although the latter will necessarily contain assumptions that must be verified later).

We estimated the growth rate and steady-state rate of color TV by a crude econometric-marketing model from data available at the beginning of this stage. We conducted frequent marketing studies as well.

The growth rate for Corning Ware Cookware, as we explained, was limited primarily by our production capabilities; and hence the basic information to be predicted in that case was the date of leveling growth. Because substantial inventories buffered information on consumer sales all along the line, good field data were lacking, which made this date difficult to estimate. Eventually we found it necessary to establish a better (more direct) field information system.

As well as merely buffering information, in the case of a component product, the pipeline exerts certain distorting effects on the manufacturer's demand; these effects, although highly important, are often illogically neglected in production or capacity planning.

Simulating the pipeline

While the ware-in-process demand in the pipeline has an S-curve like that of retail sales, it may lag or lead sales by several months, distorting the shape of the demand on the component supplier.

Exhibit VI shows the long-term trend of demand on a component supplier other than Corning as a function of distributor sales and distributor inventories. As one can see from this curve, supplier sales may grow relatively sharply for several months and peak before retail sales have leveled off. The implications of these curves for facilities planning and allocation are obvious.

Exhibit VI Patterns for Color-TV Distributor Sales, Distributor Inventories, and Component Sales Note: Scales are different for component sales, distributor inventories, and distributor sales, with the patterns put on the same graph for illustrative purposes.

Here we have used components for color TV sets for our illustration because we know from our own experience the importance of the long flow time for color TVs that results from the many sequential steps in manufacturing and distribution (recall Exhibit II). There are more spectacular examples; for instance, it is not uncommon for the flow time from component supplier to consumer to stretch out to two years in the case of truck engines.

To estimate total demand on CGW production, we used a retail demand model and a pipeline simulation. The model incorporated penetration rates, mortality curves, and the like. We combined the data generated by the model with market-share data, data on glass losses, and other information to make up the corpus of inputs for the pipeline simulation. The simulation output allowed us to apply projected curves like the ones shown in Exhibit VI to our own component-manufacturing planning.

Simulation is an excellent tool for these circumstances because it is essentially simpler than the alternative—namely, building a more formal, more “mathematical” model. That is, simulation bypasses the need for analytical solution techniques and for mathematical duplication of a complex environment and allows experimentation.

Econometric models

Over a long period of time, changes in general economic conditions will account for a significant part of the change in a product's growth rate. Because economic forecasts are becoming more accurate and also because there are certain general "leading" economic forces that change before there are subsequent changes in specific industries, it is possible to improve the forecasts of businesses by including economic factors in the forecasting model.

However, the development of such a model, usually called an econometric model, requires sufficient data so that the correct relationships can be established. During the rapid-growth state of color TV, we recognized that economic conditions would probably effect the sales rate significantly. However, the macroanalyses of black-and-white TV data we made in 1965 for the recessions in the late 1940s and early 1950s did not show any substantial economic effects at all; hence we did not have sufficient data to establish good econometric relationships for a color TV model. (A later investigation did establish definite losses in color TV sales in 1967 due to economic conditions.)

In 1969 Corning decided that a better method than the X-11 was definitely needed to predict turning points in retail sales for color TV six months to two years into the future. Statistical methods and salespersons' estimates cannot spot these turning points far enough in advance to assist decision making; for example, a production manager should have three to six months' warning of such changes in order to maintain a stable work force.

Adequate data seemed to be available to build an econometric model, and analyses were therefore begun to develop such a model for both black-and-white and color TV sales. Our knowledge of seasonals, trends, and growth for these products formed a natural base for constructing the equations of the models.

Forecasting in the Future

In concluding an article on forecasting, it is appropriate that we make a prediction about the techniques that will be used in the short- and long-term future.

As we have already said, it is not too difficult to forecast the immediate future, since long-term trends do not change overnight. Many of the techniques described are only in the early stages of application, but still we expect most of the techniques that will be used in the next five years to be the ones discussed here, perhaps in extended form.

The costs of using these techniques will be reduced significantly; this will enhance their implementation. We expect that computer timesharing companies will offer access, at nominal cost, to input-output data banks, broken down into more business segments than are available today. The continuing declining trend in computer cost per computation, along with computational simplifications, will make techniques such as the Box-Jenkins method economically feasible, even for some inventory-control applications. Computer software packages for the statistical techniques and some general models will also become available at a nominal cost.

At the present time, most short-term forecasting uses only statistical methods, with little qualitative information. Where qualitative information is used, it is only used in an external way and is not directly incorporated into the computational routine. We predict a change to total forecasting systems, where several techniques are tied together, along with a systematic handling of qualitative information.

Как выбрать правильную методику прогнозирования

Чтобы справиться с растущим разнообразием и сложностью проблем управленческого прогнозирования, в последние годы были разработаны многие методы прогнозирования. Каждый из них имеет особое применение, и необходимо позаботиться о выборе правильной техники для конкретного приложения. Менеджер, а также прогнозист должны сыграть определенную роль в выборе техники; и чем лучше они понимают диапазон возможностей прогнозирования, тем больше вероятность того, что усилия компании по прогнозированию принесут свои плоды.

Выбор метода зависит от многих факторов: контекста прогноза, актуальности и доступности исторических данных, желаемой степени точности, прогнозируемого периода времени, стоимости / выгоды (или стоимости) прогноза для компании и время, необходимое для проведения анализа.

Эти факторы необходимо взвешивать постоянно и на разных уровнях. В общем, например, прогнозист должен выбрать метод, который наилучшим образом использует доступные данные. Если прогнозист может легко применить одну технику приемлемой точности, он или она не должны пытаться «золотую пластину» с использованием более продвинутого метода, который предлагает потенциально большую точность, но для этого требуется несуществующая информация или информация, которые являются дорогостоящими для получения. Такой компромисс относительно легко сделать, но другие, как мы увидим, требуют значительно большего внимания.

Кроме того, когда компания хочет прогнозировать с отсылкой на конкретный продукт, она должна учитывать этап жизненного цикла продукта, для которого он производит прогноз. Доступность данных и возможность установления отношений между факторами напрямую зависят от зрелости продукта, и, следовательно, этап жизненного цикла является основным определяющим фактором используемого метода прогнозирования.

Наша цель - представить обзор этой области, обсудив, как компания должна подойти к проблеме прогнозирования, описать доступные методы и объяснить, как сопоставить метод с проблемой. Мы проиллюстрируем использование различных методов из нашего опыта в Corning, а затем приблизимся к нашему собственному прогнозу будущего прогнозирования.

Менеджер, прогнозист и выбор методов

Менеджер обычно предполагает, сам запрос предоставляет достаточную информацию для прогнозиста, чтобы он работал и выполнял работу. Такого почти никогда не бывает.

Успешное прогнозирование начинается с сотрудничества между менеджером и прогнозистом, в котором они разрабатывают ответы на следующие вопросы.

Какова цель прогноза - как его использовать? Это определяет точность и мощность, необходимые для методов, и, следовательно, регулирует выбор. Решение о том, следует ли вводить бизнес, может потребовать лишь довольно валовой оценки размера рынка, тогда как прогноз, сделанный для целей бюджетирования, должен быть достаточно точным. Соответствующие методы различаются соответственно.

Опять же, если прогноз заключается в том, чтобы установить «стандарт» для оценки эффективности, метод прогнозирования не должен принимать во внимание специальные действия, такие как рекламные акции и другие маркетинговые устройства, поскольку они предназначены для изменения исторических моделей и отношений и, следовательно, формы часть «производительности» для оценки.

Прогнозы, которые просто показывают, результаты в будущем, если компания не делает существенных изменений в тактике и стратегии, как правило, недостаточно хороши для целей планирования. С другой стороны, если руководство хочет прогнозировать влияние определенной маркетинговой стратегии на рост продаж, то этот метод должен быть достаточно сложным,

чтобы четко учитывать особые действия и события, которые влекут за собой стратегия.

Методы варьируются в зависимости от их стоимости, а также от объема и точности. Менеджер должен установить уровень неточности, который он или она может терпеть, другими словами, решить, как его или ее решение будет варьироваться в зависимости от диапазона точности прогноза. Это позволяет предсказателю торговать стоимостью с точностью до выбора метода.

Три основных типа

После того, как менеджер и предсказатель сформулировали свою проблему, синоптик будет в состоянии выбрать метод.

Существует три основных типа: качественные методы, анализ временных рядов и проекции, а также каузальные модели. Первый использует качественные данные (например, мнение экспертов) и информацию о специальных событиях, о которых уже упоминалось, и может или не учитывать прошлое.

Второй, с другой стороны, полностью фокусируется на изменениях шаблонов и шаблонов и, следовательно, полностью опирается на исторические данные.

Третий использует высоко уточненную и конкретную информацию об отношениях между элементами системы и достаточно силен, чтобы формально принимать специальные события. Как и в случае анализа временных рядов и методов прогнозирования, прошлое важно для каузальных моделей.

Эти различия (совершенно правильно) подразумевают, что метод прогнозирования того же типа не подходит для прогнозирования продаж, скажем, на всех этапах жизненного цикла продукта - например, метод, который опирается на исторические данные, не будет полезен при прогнозировании будущего совершенно нового продукта, не имеющего истории.

Основная часть баланса этой статьи будет касаться проблемы увязывания техники с этапами жизненного цикла. Мы надеемся дать руководителю представление о потенциале прогнозирования, показывая, как к этой проблеме нужно подходить. Но прежде чем мы обсудим жизненный цикл, нам нужно более детально описать общие функции трех основных типов методов.

Анализ временных рядов

Это статистические методы, используемые, и доступные данные за несколько лет для продукта или линейки продуктов, и когда отношения и тенденции являются ясными и относительно стабильными.

Один из основных принципов статистического прогнозирования - действительно, всех прогнозов, когда имеются исторические данные, - заключается в том, что предсказатель должен использовать данные прошлой работы, чтобы получить «показание спидометра» текущей скорости (например, продаж) и насколько быстро этот показатель увеличивается или уменьшается. Текущая скорость и изменения скорости - «ускорение» и «замедление» - составляют основу прогнозирования. Как только они известны, различные математические методы могут разрабатывать прогнозы от них.

Однако дело не так просто, как кажется. Обычно сложно сделать прогнозы из необработанных данных, поскольку ставки и тенденции не сразу очевидны; например, они смешиваются с сезонными вариациями и, возможно, искажаются такими факторами, как последствия крупной кампании по стимулированию сбыта. Необработанные данные должны быть массированы до их использования, и это часто делается с помощью анализа временных рядов.

Теперь временной ряд представляет собой набор хронологически упорядоченных точек необработанных данных - например, продажи подразделения данного продукта по месяцам в течение нескольких лет. Анализ временных рядов помогает выявить и объяснить:

Любая закономерность или систематическая вариация в серии данных, которая обусловлена сезонностью - «сезонными».

Циклические закономерности, повторяющиеся каждые два или три года и более: тенденции в данных, темпы роста этих тенденций.

Как только анализ будет завершен, начнется работа по проектированию будущих продаж (или что-то еще). Следует отметить, что, хотя мы разделили анализ от проекции здесь для целей объяснения, большинство методов статистического прогнозирования фактически объединяют обе функции в одну операцию.

Прогнозирование темпов роста

Среднесрочное и долгосрочное прогнозирование темпов роста рынка и достижения устойчивых продаж требует таких же мер, как и этапы разработки продукта на этапе детализации (особенно опросы, предназначенные для покупки) и сравнения продуктов.

С другой стороны, когда продукт быстро развивается, в целом имеются достаточные данные для построения статистических и, возможно, даже причинно-следственных моделей (хотя последние обязательно будут содержать предположения, которые должны быть проверены позже).

Мы оценили темпы роста и установившийся темп цветного телевидения по модели эконометрического маркетинга по данным, имеющимся в начале этого этапа. Мы проводили частые маркетинговые исследования.

Темпы роста для Corning Ware Cookware, как мы объясняли, были ограничены в первую очередь нашими производственными возможностями; и, следовательно, основная информация, которая должна быть предсказана в этом случае, была датой выравнивания роста. Поскольку существенные запасы буферизировали информацию о продажах потребителей по всей линии, отсутствовали хорошие полевые данные, что затрудняло оценку этой даты. В конце концов мы сочли необходимым создать лучшую (более прямую) информационную систему поля.

Помимо информации о буферизации, в случае компонентного продукта, трубопровод оказывает определенное искажающее воздействие на спрос изготовителя; эти эффекты, хотя и очень важные, часто нелогично игнорируются при планировании производства или мощности.

Моделирование трубопровода

В то время как спрос на готовые изделия в трубопроводе имеет S-образную кривую, подобную розничным продажам, он может отставать или вести продажи на несколько месяцев, искажая форму спроса на поставщика компонентов.

На рисунке VI показана долгосрочная тенденция спроса на поставщика компонентов, отличного от Corning, в зависимости от продаж дистрибьюторов и дистрибьюторских запасов. Как видно из этой кривой, продажи поставщиков могут расти относительно резко в течение нескольких месяцев, а пик до того, как розничные продажи выровняются. Последствия этих кривых для планирования и распределения объектов очевидны.

Шаблоны для продаж дистрибьюторов цветных телевизоров, инвентарей дистрибьюторов и продаж компонентов Примечание. Весы различаются для продаж компонентов, кадастров дистрибьюторов и продаж дистрибьюторов, при этом шаблоны помещены на один и тот же график в иллюстративных целях.

Здесь мы использовали компоненты для цветных телевизоров для нашей иллюстрации, потому что из нашего собственного опыта мы знаем важность длительного времени для цветных телевизоров, что является следствием многих последовательных шагов в производстве и распределении (напомним, что приложение II). Есть более впечатляющие примеры; например, нередко время течения от поставщика компонентов к потребителю простирается до двух лет в случае двигателей грузовых автомобилей.

Чтобы оценить общий спрос на производство CGW, мы использовали модель розничного спроса и моделирование трубопроводов. Модель включала

скорости проникновения, кривые смертности и тому подобное. Мы объединили данные, сгенерированные моделью, с данными о рыночных долях, данными о потерях в стекле и другой информацией, чтобы составить составные элементы для моделирования трубопроводов. Выходной результат моделирования позволил нам применять прогнозируемые кривые, подобные показанным в Приложении VI, к нашему собственному планированию компонентов.

Моделирование - отличный инструмент для этих обстоятельств, потому что это существенно проще, чем альтернатива, а именно, построение более формальной, более «математической» модели. То есть, моделирование обходит необходимость в аналитических методах решения и математическом дублировании сложной среды и позволяет экспериментировать.

Эконометрические модели

В течение длительного периода времени изменения общих экономических условий будут составлять значительную часть изменений в темпах роста продукта. Поскольку экономические прогнозы становятся более точными, а также потому, что существуют определенные общие «ведущие» экономические силы, которые меняются до того, как произойдут последующие изменения в конкретных отраслях, можно улучшить прогнозы предприятий, включив экономические факторы в модель прогнозирования.

Однако разработка такой модели, обычно называемой эконометрической моделью, требует достаточных данных, чтобы можно было установить правильные отношения.

В условиях стремительного роста цветного телевидения мы признали, что экономические условия, вероятно, повлияют на темпы продаж. Тем не менее, макроанализы черно-белых телевизионных данных, которые мы сделали в 1965 году для рецессий в конце 1940-х и начале 1950-х годов, вообще не показали каких-либо существенных экономических последствий; поэтому у нас не было достаточных данных, чтобы установить хорошие

эконометрические отношения для модели цветного ТВ. (Более позднее исследование действительно установило определенные потери в продажах цветных телевизоров в 1967 году из-за экономических условий.)

В 1969 году Корнинг решил, что лучший способ, чем X-11, определенно необходим, чтобы предсказать поворотные моменты в розничных продажах цветного телевизора от шести месяцев до двух лет в будущем. Статистические методы и оценки продавцов не могут выявить эти поворотные моменты достаточно далеко заблаговременно, чтобы помочь в принятии решений; например, менеджер по производству должен иметь предупреждение от трех до шести месяцев о таких изменениях для поддержания стабильной рабочей силы.

Адекватные данные были доступны для создания эконометрической модели, и поэтому были начаты анализы для разработки такой модели как для черно-белых, так и для цветных телевизионных продаж. Наше знание сезонов, тенденций и роста для этих продуктов стало естественной основой для построения уравнений моделей.

Прогнозирование в будущем

В заключение статьи о прогнозировании целесообразно, чтобы мы сделали прогноз о методах, которые будут использоваться в краткосрочном и долгосрочном будущем.

Как мы уже говорили, прогнозировать ближайшее будущее непросто, так как долгосрочные тенденции не меняются за одну ночь. Многие из описанных методов только на ранних этапах применения, но мы ожидаем, что большинство методов, которые будут использоваться в течение следующих пяти лет, будут обсуждаться здесь, возможно, в расширенной форме.

Затраты на использование этих методов будут значительно сокращены; это улучшит их реализацию. Мы ожидаем, что компьютерные компании, занимающиеся сбором данных, будут предлагать доступ по номинальной стоимости к банкам данных ввода-вывода, разбитым на более бизнес-

сегменты, чем сегодня. Продолжающаяся тенденция к сокращению затрат на компьютер при вычислении наряду с упрощением вычислений сделает такие методы, как метод Box-Jenkins, экономически оправданным даже для некоторых приложений управления запасами. Пакеты программного обеспечения для статистических методов и некоторые общие модели также будут доступны по номинальной стоимости.

В настоящее время в большинстве краткосрочных прогнозов используются только статистические методы с небольшой качественной информацией. В тех случаях, когда используется качественная информация, она используется только внешним способом и не учитывается непосредственно в вычислительной программе. Мы прогнозируем изменение общих систем прогнозирования, когда несколько методов связаны друг с другом, а также систематическое обращение с качественной информацией.